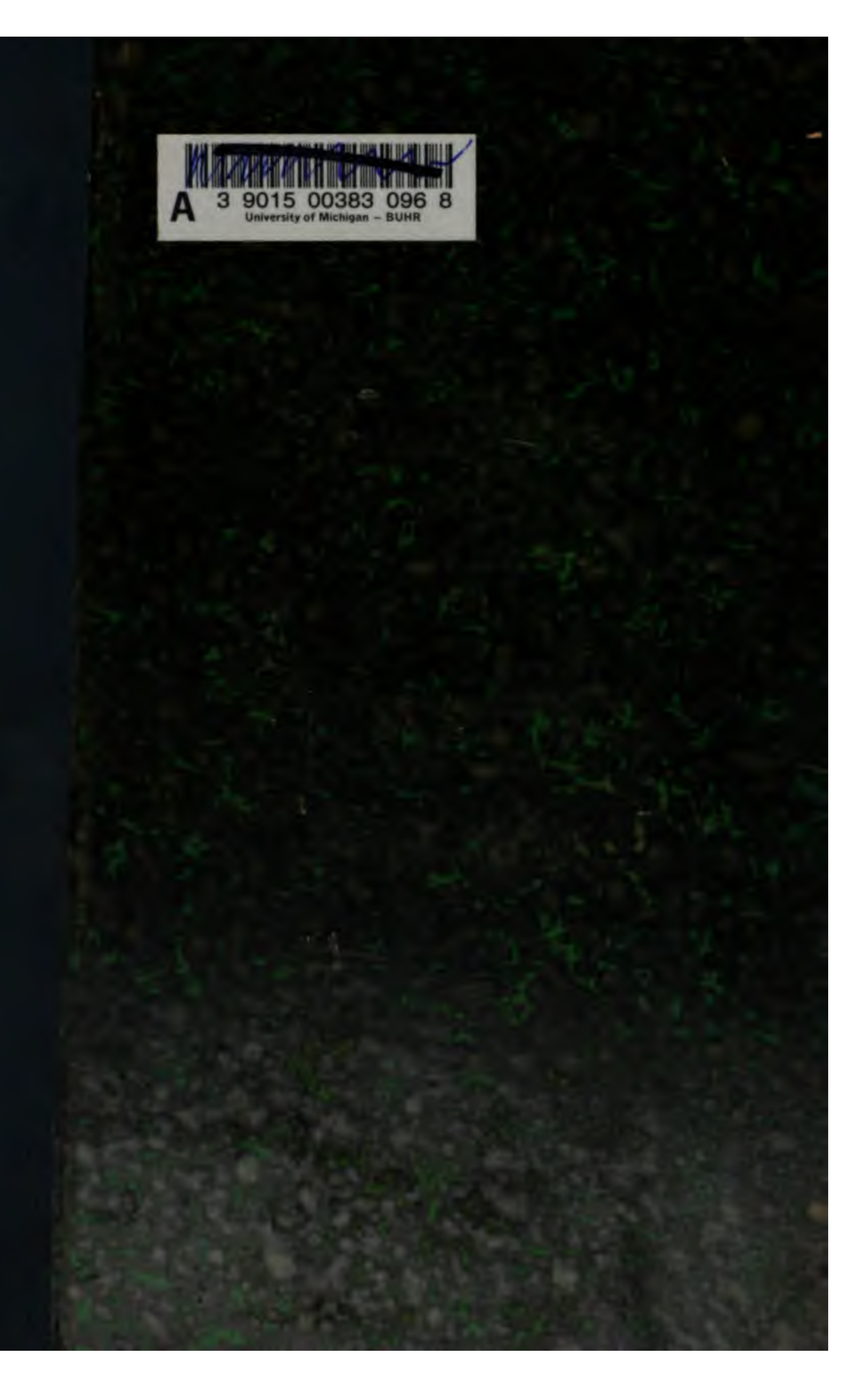
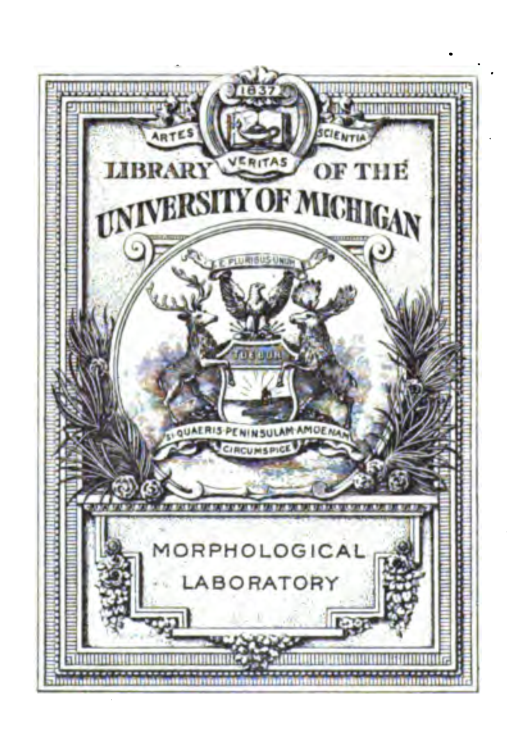

A 3 9015 00383 096 8
University of Michigan – BUHR


1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
E PLURIBUS UNUM
TUEBOR
SI QUAERIS PENINSULAM AMOENAM
CIRCUMSPICE
MORPHOLOGICAL
LABORATORY

Jenaische Zeitschrift

für

NATURWISSENSCHAFT

herausgegeben

von der

medizinisch-naturwissenschaftlichen Gesellschaft

zu Jena.

Dreiundzwanzigster Band.

Neue Folge, Sechszehnter Band.

Mit 37 Tafeln und 2 Abbildungen im Texte.

Jena,

Verlag von Gustav Fischer

1889.

Inhalt.

Beitrag zur Entwicklungsgeschichte und Anatomie des Geschlechtsapparates von Lymnaeus.

Von

Dr. J. Klotz.

Hierzu Tafel I und II.

Als ich im vorigen Jahre bei Gelegenheit meiner Studien über Pulmonaten die Arbeit Brock's (1) „Über den Geschlechtsapparat der stylommatophoren Pulmonaten nebst Bemerkungen über die Anatomie und Entwickelungsgeschichte einiger andern Organsysteme“ las, fiel mir sofort der wohl wichtigste Punkt dieser Arbeit, die Entdeckung des „männlichen Ganges“ auf. Der Verfasser hat ausschließlich Stylommatophoren untersucht, ohne in gleicher Weise die Basommatophoren zu berücksichtigen. Er kommt daher auf allgemein phylogenetische Schlüsse, die den bisherigen phylogenetischen Anschauungen über Pulmonaten ganz entgegengesetzt sind und die insbesondere mit Rücksicht auf die kurz zuvor erschienene umfangreiche und sehr sorgfältige Arbeit von Rouzaud (2) jedem auffallen mußten. Brock giebt Rouzaud's Arbeit in ihrem morphologischen Teile als verfehlt an und deutet (p. 367) Eisig's (3) vas deferens bei den Basommatophoren zu seinem eignen Gunsten in der Weise, daß er Eisig's Anlage des vas deferens für den „männlichen Gang“ hält, der später verschwindet, und dafür das endgültige vas deferens entsteht. Eisig berichtet aber nur von einem einzigen Gange, eben dem vas deferens. Brock hat keine Beobachtungen bei den Süßwasserschnecken angestellt. Er sucht vielmehr ein Homologon des „männlichen Ganges“ der Stylommatophoren bei den Opisthobranchiern, wenn es auch, wie er selbst sagt, näher zu liegen scheint, diesen Gang bei den Basommatophoren zu suchen.

Eine Vergleichung der Rouzaud'schen und Eisig'schen Arbeit mußte es verlockend erscheinen lassen, meinerseits bei den Basommatophoren eine Nachprüfung anzustellen, welche Brock (1) p. 367 selbst für nötig hält. Es schien mir nämlich nicht gerade allzu schwierig, nachzuweisen, ob bei den Basommatophoren wirklich nur ein einziger Samenleiter, nämlich das vas deferens, an-

gelegt wird, oder ob nacheinander zwei derartige Gänge angelegt werden in der Weise, daß der frühere „männliche Gang“ verschwindet, und dafür das endgültige vas deferens erscheint. Nebenbei hoffte ich natürlich auch andere Differenzen der Autoren zu erklären, zum Beispiel die Frage: von welchem Keimblatt stammt der Genitalapparat ab? In wie vielen Teilen wird er angelegt? Und so weiter.

Als ich schon einen Teil der Arbeit fertig gestellt hatte, erschien eine Arbeit von SEMPER (4), in welcher der wichtigste Punkt meiner Arbeit, BROCK's „männlichen Gang“ betreffend, behandelt wird, und damit ist, wie SEMPER am Schlusse sagt, „BROCK's Hypothese vom Verschwinden des männlichen Ganges wohl definitiv beseitigt“.

Trotzdem, denke ich, bleiben mir noch genügende Punkte zur Klarstellung übrig, welche ich freilich leider bis jetzt noch nicht in befriedigender Weise zu lösen imstande war.

Zunächst noch einige Worte über die schon im obigen der Hauptsache nach erwähnte

Litteratur.

Die Entwickelungsgeschichte des Geschlechtsapparates der Pulmonaten ist bis jetzt wenig bearbeitet worden, trotzdem eine große Anzahl embryologischer Arbeiten aus dem Gebiete der Mollusken erschienen sind. ROUZAUD besonders hat in äußerst sorgfältiger Weise die einschlägige Litteratur zusammengestellt, der ich ebensowenig wie BROCK etwas Neues hinzuzufügen habe. Aus dieser Zusammenstellung geht hervor, daß die Beobachtungen über das Genitalsystem in ontogenetischer Hinsicht äußerst spärlich sind. Die meisten Autoren berichten nur, daß der Genitalapparat zuletzt von allen und sehr spät angelegt wird; zu einer Zeit, wo eine direkte Beobachtung des lebenden Objektes wegen der Undurchsichtigkeit nicht mehr möglich ist, und alle andern Organsysteme schon so weit ausgebildet sind, als es im allgemeinen vergleichend-morphologische und phylogenetische Gesichtspunkte verlangen. Es schließen daher mit dieser Zeit die meisten Embryologen ihre Arbeit ab. Untersuchungen über die Ontogenie des Geschlechtsapparates der Pulmonaten sind also systematisch bisher nur von obigen drei Forschern, EISIG, ROUZAUD und BROCK, ausgeführt worden, denn die vierte Arbeit von SEMPER ist nur eine Kritik der BROCK'schen Arbeit auf Grund eines anatomischen

Befundes bei einer erwachsenen Helix pomatia und bezieht sich nur auf einen einzigen, allerdings sehr wichtigen Punkt der Arbeit.

Auf andere als die vier oben genannten Arbeiten hier näher einzugehen, ist nach ROUZAUD's sorgfältiger Zusammenstellung unnötig, und wird der Sache dabei nicht gedient. Wohl aber ist es nützlich, die Hauptergebnisse der vier genannten Forscher einmal übersichtlich zusammenzustellen. Doch dürfte zuvor eine

kurze Rekapitulation der Hauptteile des Geschlechtsapparates von Lymnaeus

nicht unangebracht sein.

Der Geschlechtsapparat von Lymnaeus ovatus (diese Spezies habe ich besonders berücksichtigt) ist im ganzen von ähnlicher Beschaffenheit, wie der von L. auricularis, welchen EISIG beschrieben hat. Es mag daher seine Figur gleich zur Anschauung dienen (Fig. 1 A). Der Apparat beginnt mit einer Zwitterdrüse, die etwa dieselbe Größe und Gestalt hat, wie die von L. auricularis. Der Zwittergang scheint sich bald scharf abzusetzen, bald noch einige Divertikel zu besitzen. Hier und da kommen wohl auch einige Windungen vor; im ganzen aber verläuft er geradlinig. Vom Ende des Zwitterganges an verlaufen die Ausführgänge bei den Basommatophoren getrennt, während bei den Stylommatophoren die Trennung der beiden Gänge meist erst viel weiter distalwärts erfolgt und schließlich wieder eine einzige äußere Geschlechtsöffnung auftritt.

Der weibliche Ausführgang beginnt mit einer Eiweißdrüse (*gl. al.*). Dieselbe ist bei L. ovatus etwas länger und schmäler, als sie EISIG von L. auricularis zeichnet. Der Uterus selbst verläuft in den von EISIG angegebenen, äußerlich mehr oder weniger unterscheidbaren drei Abteilungen (od^1, od^2, od^3). Der Eiweißdrüse zunächst liegt ein gefalteter, dünnwandiger Teil; dann folgt ein zweiter mit mehr oder weniger rundlichem Lumen und einem gut abgesetzten, drüsigen Anhange. An ihn schließt sich ein birnförmiger Teil an, der kontinuierlich in die Vagina übergeht. An letzterer sitzt noch ein receptaculum seminis. Dieses ist bei L. ovatus mit noch kürzerem Stiele versehen, als es EISIG von L. auricularis abbildet. Am proximalen Ende läuft es in einen dreieckigen Zipfel aus, worauf ich später noch zurückkommen werde. Die weibliche Geschlechtsöffnung liegt im Gegensatz zu den Stylommatophoren, bei denen sie meist unmittelbar hinter dem Fühler sich befindet, hier weit hinten, an der Ansatz-

stelle des Mantels. Solches gilt wenigstens für Lymnaeus ovatus, L. auricularis und L. stagnalis. Eine vergleichende Zusammenstellung hierüber kenne ich nicht, und bei KEFERSTEIN (5) finde ich nur die Bemerkung (p. 1220): „Die beiden Gänge münden bei den Lymnäinen gesondert, wenn auch meist dicht hintereinander." Hieraus geht nicht deutlich hervor, ob die Vagina vielleicht bei einigen Arten weiter ab von der Ansatzstelle des Mantels nach der Penismündung am Tentakel hingerückt ist, oder ob dieselbe sich immer an der Ansatzstelle des Mantels befindet und nur zugleich mit dieser bei den verschiedenen Arten einen verschiedenen Abstand von der Penismündung, resp. dem Tentakel hat. Ich habe über diesen Punkt keine Angaben gefunden.

Bei den Landpulmonaten ist der männliche Ausführgang meist auf etwa zwei Drittel Uteruslänge nur als Rinne im Uterus vorhanden und die Prostatafollikel auf diese Strecke im ganzen gleichmäßig verteilt. Erst weit unten tritt ein geschlossenes vas deferens auf und führt im Bogen zum Penis. Bei den Basommatophoren, die übrigens der Schleimdrüse und des Pfeilsackes entbehren, geht, wie gesagt, die Trennung der Ausführgänge bis an die Eiweißdrüse. Der proximale Teil des männlichen Ausführganges ist etwas schwächer als der entsprechende Uterusteil und nicht so stark gefaltet und gewunden, so daß er kürzer ist als der entsprechende Uterusteil. Allmählich verdickt er sich zu dem sogenannten birnförmigen Teile, der etwa so stark ist, wie der dritte Abschnitt des Uterus. Mit scharfem Absatze setzt sich daran der schwache, aber muskulöse cylindrische Teil des vas deferens an, verläuft zwischen den Muskeln parallel der rechten Körperwand bis fast an die Mündung des Penis und, hier umbiegend, nach dessen proximalem Ende, um dann in denselben überzugehen. Der Penis besteht nach EISIG's Vorgang (l. c. p. 306) aus dem „kleinen Schlauche" (*ks*) und dem „großen Schlauche" (Fig. 1 A u. B *gs*). Der kleine Schlauch ist von etwa doppelter Stärke des vas deferens, verläuft in situ in einer Schlinge vor dem großen Schlauche und dringt in diesen durch eine Papille (*pa*) ein. Der große Schlauch ist viel breiter als der kleine und mit Drüsenwülsten ausgestattet. Natürlich fungiert auch bei L. ovatus nur der kleine Schlauch als Penis, indem er in die Scheide eindringt, während der große Schlauch als weißes Band vor derselben liegen bleibt. Das Längenverhältnis des großen zum kleinen Schlauche ist, wie PAASCH (6) schon angiebt, bei den einzelnen Spezies verschieden und charakteristisch; für L. ovatus finde ich es wie 1 : $^2/_3$.

Gehen wir jetzt zu der

Gegenüberstellung der bis jetzt in der Litteratur verzeichneten Befunde

über, so herrscht, was zunächst den Ort der Anlage betrifft, eine bedeutende Verschiedenheit der Auffassung bei den einzelnen Autoren. Eisig nimmt drei Anlagen an, eine für den Penis, eine für den Uterus und eine für die Zwitterdrüse. Er findet den Penis in seiner Anlage ungefähr in der Mitte des Vorderkörpers, erwähnt aber noch nichts von den Beziehungen zu dem Ektoderm. Den Ort des zweiten Teiles seiner Anlage giebt er noch unbestimmter an, und von der Zwitterdrüse gesteht er selbst zu, nur spätere Stadien verfolgt zu haben, was wohl, wie aus späteren Arbeiten hervorgeht, auch über Eisig's andere jüngste Stadien zu sagen ist.

Rouzaud seinerseits ist wohl auf frühere Stadien vorgedrungen, da er angiebt, noch nicht ausgeschlüpfte Individuen untersucht zu haben. Zur Begründung für eine ektodermale Abstammung sagt Rouzaud l. c., p. 35: „Son (des bourgeon primitif) pédoncule atténué était fixé à la paroi interne de la région nuquale .... L'insertion à la peau me permet de penser que le bourgeon primitif est dû à une sorte de prolifération ou de bourgeonnement de l'ectoderme." Da alle andern Teile nach ihm aus derselben Anlage hervorgehen, so ist auch die Zwitterdrüse ektodermalen Ursprungs.

Brock hingegen bestreitet eine ektodermale Anlage des Apparates in energischer Weise. Für die Zwitterdrüse, die er nebst dem einen Teile des Zwitterganges als selbständig entstanden annimmt, giebt er eine mesodermale Anlage an, wie auch aus seiner Fig. 14, Tafel XXIII, zu ersehen ist. Im Texte freilich finde ich etwas unsichere Angaben. P. 348 sagt Brock: „Da die Zwitterdrüse von ihrer ersten Anlage an sich gegen ihre Umgebung durch die pigmentierte Bindegewebshülle fest abschließt und nur durch Vermehrung ihrer eignen zelligen Bestandteile zu wachsen scheint, so möchte Zweifel darüber entstehen, auf welchem Boden sie in letzter Instanz erwachsen ist, doch, meine ich, können wir mit einer an Gewißheit grenzenden Wahrscheinlichkeit wohl annehmen, daß sie mesodermalen Ursprungs ist. Ihre jüngste Anlage findet sich zwischen mesodermalen Elementen eingebettet, denen ihre zelligen Bestandteile völlig gleichen; eine Einstülpung der Epidermis oder des Darm- und Leberepithels, die einzige

Möglichkeit, durch die ektodermale oder entodermale Bildungselemente geliefert werden könnten, hätten mir schwerlich entgehen können, ebensowenig wie die zahlreichen Untersucher der eigentlichen Embryonalentwicklung davon etwas zu melden wissen." Die Frage ist sonach noch eine offene.

Einen ferneren Punkt betrifft die Zahl der Anlagen des Genitalapparates. Wie schon im obigen berührt, nimmt Eisig drei Anlagen an. Vorsichtig sagt er auf p. 309: „Die verschiedenen Teile des Geschlechtsapparates scheinen sich teilweise aus gesonderten Anlagen zu entwickeln"; bestimmter p. 317: „Die Verbindung des cylindrischen Teiles des vas deferens mit dem Prostatateil ist eine sekundäre, kann auch nach dem Entwicklungsmodus des Penis keine andere sein." „Die Verbindung der beiden Teile muß aber einfach so zustandekommen, daß der cylindrische Teil der Prostata entgegenwächst, was bei der Vergegenwärtigung der embryonalen Verhältnisse keine Schwierigkeiten bietet." Hieraus geht hervor, daß er die vermeintliche Verbindungsstelle nicht gesehen.

Bestimmter spricht er von der Sutur zwischen der Zwitterdrüse und dem mittleren Teile der Anlage (p. 317). „In ihrem (der viergelappten, kugeligen Anschwellung, Fig. 16, Taf. XXV) Mittelpunkte ist der Ausführungsgang der Zwitterdrüse eingedrungen, welcher sich mittlerweile gebildet hat. Durch Druck des Deckgläschens sieht man das Ende des erwähnten Ausführganges frei in die kugelige Masse hineinragen, und hat sonach noch keine Verbindung derselben mit den leitenden Kanälen stattgefunden, welche zudem an jener Stelle noch nicht die zu diesem Zwecke erforderliche Differenzierung erfahren haben."

Rouzaud hinwiederum nimmt nur eine Anlage an, den bekannten bourgeon primitif, der sich rasch und stark verlängert, in die Leber hineinwächst und dann am Ende die Zwitterdrüse bildet (Taf. I, Fig. 1 und 4).

Der dritte Forscher, Brock, bringt eben auch eine dritte Ansicht. Nach ihm entstehen die Ausführgänge bis etwa zur Mitte des Zwitterganges einheitlich und die Zwitterdrüse nebst dem einen Teile des Zwitterganges getrennt davon. Brock verbreitet sich gerade über diese Frage ziemlich ausführlich, so daß über seine diesbezügliche Ansicht kein Zweifel sein kann. Doch kann man zugleich aus seiner Darstellung ersehen, daß die Frage eine ziemlich schwierige ist, und eine Täuschung leicht möglich. Wenn auch Brock das Getrenntsein „mit der größten Sicherheit fest-

stellt", so stehen ihm eben die Ansichten der beiden anderen Forscher gegenüber, und kann auch diese Frage noch nicht als gelöst angesehen werden.

Eine weitere, wenn auch weniger wichtige Frage ist die, ob der Genitalapparat sich solide oder als wirklicher Gang anlegt. EISIG und ROUZAUD nehmen eine solide Anlage an, ja ROUZAUD bis in die einzelnen Teile der Anlage. Nach ihm entstehen Höhlungen immer erst ziemlich spät par écartement des éléments cellulaires centraux, das heißt wohl durch Zurückweichen der jungen Zellen aus dem Zentrum der soliden Anlage. BROCK findet in den Anlagen der Ausführgänge ein Lumen und erklärt sich EISIG's und ROUZAUD's Ansichten durch eine Täuschung hervorgerufen, da beide nur mit der Präparierlupe gearbeitet, aber keine Schnittserien angefertigt haben. An dem Zwittergange findet er die Zellen ziemlich unregelmäßig, ja bisweilen fehlt ein Lumen ganz und gar. Der Zwitterdrüse fehlt in ihrer ersten Anlage nach ihm ein Lumen.

Vorstehendes ergiebt also auch in diesem Punkte Differenzen bei den Autoren.

Einigermaßen besser übereinstimmend lauten die Angaben über die

Anlage des Penis.

Nach ROUZAUD und BROCK ist der Penis bei den Stylommatophoren eine seitliche Abzweigung des primären Geschlechtsganges, resp. des bourgeon primitif, welche Ausdrücke in diesem Falle ja als gleich angesehen werden können; denn daß ROUZAUD's bourgeon primitif solide ist und mit der Zwitterdrüse ursprünglich in Verbindung steht, kommt hier nicht sonderlich in Betracht. EISIG freilich weicht hierin ab, indem er, wie gesagt, für den Penis eine besondere Anlage annimmt. BROCK berücksichtigt die Basommatophoren wenig und will sie überhaupt nicht in engeren Zusammenhang mit den Stylommatophoren bringen. ROUZAUD hat die Basommatophoren auch wenig untersucht, findet aber den Penis (bourgeon pénial, Taf. I, Fig. 11—13) neben dem bourgeon primitif und erklärt seine Lage durch eine migration passive (p. 47) von dem bourgeon primitif distalwärts bis an den Fuß des letzteren und noch weiter. Nach seiner Ansicht stammen ja die Basommatophoren von den Stylommatophoren ab, mit denen sie durch Übergänge (Succinea u. s. w.) verbunden sind. Sieht man aber auf p. 45, daß er in seinem jüngsten Stadium von 2 mm den

bourgeon primitif in einem schon vorgerückten Stadium (assez allongé) gefunden hat, so liest man unwillkürlich zwischen den Zeilen, daß er in einem noch jüngeren Stadium den bourgeon pénial sich noch auf dem bourgeon primitif denkt. Ja in seiner Zusammenfassung p. 122 sagt er geradezu: „Je vois seulement, dans ce cas particulier (bei Lymnaeus) le bourgeon pénial subir une migration ontogénique.“ Genug, er hält den bourgeon pénial für einen Abkömmling des bourgeon primitif und stimmt so mit Brock überein. Trotzdem vermag die in diesem Punkte etwas lückenhafte Untersuchung der beiden jüngsten Forscher die Behauptung Eisig's von einer selbständigen Anlage des Penis nicht absolut zurückzuweisen; der Beweis für die Modifikation in diesem Falle ist wenigstens noch nicht erbracht.

Eine wichtige Frage dürfte die folgende sein, in der die drei Forscher aber auch zu drei verschiedenen Resultaten kommen. Es betrifft dies den Zusammenhang des Uterus mit dem receptaculum seminis auf der einen Seite und mit dem Penis auf der anderen Seite. Nach Eisig geht der distale Teil des vas deferens durch Auswachsen des freien Endes seiner Penisanlage, des „keulenförmigen Körpers“ (Taf. XXV, Fig. 11—13), hervor. Uterus und Prostata legen sich als gemeinsamer, solider Zellstrang an, und mit einer ungleichen Teilung am distalen Ende beginnt die Trennung der genannten Ausführgänge. Über die Entstehung des receptaculum seminis giebt er überhaupt keine Auskunft.

Rouzaud's Darstellung ist eine ganz andere. Sein bourgeon primitif hat sich bis tief in die Leber hinein verlängert; der Penis und die Zwitterdrüse mit ihren Follikeln ist angelegt, die Eiweißdrüse will eben erscheinen, während die äußere Zelllage des bourgeon primitif sich in die primitive Längsmuskellage umgewandelt hat, — da treten auf dem bourgeon primitif in der ungefähren Mitte seiner Längsachse 2 helle Streifen auf, die den bourgeon in drei Teile spalten und sich als Einwucherungen der primitiven Längsmuskellage in den bourgeon entpuppen. Bald führt auch dieser Vorgang zu einer wirklichen Spaltung des bourgeon primitif, und es entsteht so auf der einen Seite das vas deferens, auf der anderen Seite das receptaculum seminis, während der dritte, mittlere, Teil zum Uterus wird. Ein distales Vorwärtsdringen der einen Spalte (fente utéro-déférente) bis in den Penis hinein und eine ungleich auftretende Lumenbildung präzisiert das Spaltstück noch genauer als vas deferens. Ein Vordringen der anderen Spalte

(fente utéro-copulatrice) nach oben bis zur Eiweißdrüse, und endlich vollständiges Lostrennen des Teilstückes, nebst einer Lumen- und endständigen Blasenbildung giebt dem receptaculum seminis spezifischere Form.

Brock seinerseits findet eine ähnliche Spaltung, wenn auch nur auf der einen Seite; er hält aber das Spaltstück für einen rudimentären „männlichen Gang", während in Wahrheit, wie Semper (4) in der eingangs erwähnten Arbeit nachweist, der fragliche Gang kein Rudiment ist, sondern zum receptaculum seminis wird. Immerhin aber bleibt Brock's Darstellung über die Entstehung des vas deferens in Übereinstimmung mit Eisig als ein sekundäres Auswachsen des Penis und endliches Eindringen in den weiblichen Ausführungsweg der Darstellung Rouzaud's gegenüber bestehen und harrt einer endgültigen Lösung.

Dies sind etwa die Hauptdifferenzen in den bisherigen Arbeiten. Sie geben genügende Gesichtspunkte für eine neue Bearbeitung des Themas.

Hier mögen noch einige technische Notizen Platz finden. Da ich mir von vorn herein vorgenommen hatte, meine Studien in der Hauptsache an Schnittserien vorzunehmen, trachtete ich in ähnlicher Weise wie Brock, Lymnaeus stagnalis, wenn es mir auch in hinreichender Menge zu Gebote stand, als zu groß verschmähend, nach einer kleinen Lymnäe. Lymnaeus auricularis, welchen Eisig untersuchte, stand mir sehr spärlich zur Verfügung. Ich hatte aber das Glück, bald eine noch kleinere Lymnäe in großer Menge im Freien zu finden, sogar während des Winters. Auch Eier fand ich bis in den Dezember. Im Februar legten schon mehrere wieder im Aquarium. Zur Bestimmung benutzte ich Clessin (14). Es sind hier wie auch anderwärts eine ziemliche Reihe Varietäten angegeben, die das Bestimmen, ohne Exemplare dieser Varietäten vor sich zu haben, entschieden erschweren und unsicher machen. Ich begnüge mich daher damit, meine untersuchten Individuen unter die Form Lymnaeus ovatus einzureihen, wozu sie bestimmt gehören. Übrigens dürfte es für die Zwecke, die hier verfolgt werden, vollkommen ausreichen, während eine genaue Varietätenbestimmung für manche biologische Zwecke unerläßlich ist. Die Größe der Individuen schwankte von 12—18 mm Länge.

Die Konservierung erwies sich als ziemlich schwierig. Brock's Methode, zu fixieren mit 1 % Chromsäure nebst Spuren von Osmiumsäure, hat leider bei mir nicht zu dem gewünschten

Ziele geführt. Ebenso haben auch andere sonst gebräuchliche Mittel nicht den Wünschen entsprochen. Unter anderen wandte ich auch Pikrinsäure (gesättigte, wässrige Lösung) nebst $^1/_{10}$ Volumen einer 10 $^0/_0$ Essigsäure an, schwächte aber bald die quellende Wirkung der beiden Reagentien durch Zusatz einer 1 $^0/_0$ Chromsäurelösung (bis zu $^1/_3$ des Volumens) ab und erhielt so bei einer Einwirkung von etwa 7 Stunden einigermaßen befriedigende Resultate. Auch mit Quecksilberchloridlösung, zur Hälfte mit 50$^0/_0$igem Alkohol verdünnt, erhielt ich bei $^1/_2$ stündiger Einwirkung gute Resultate. Die fixierten Objekte wurden mit 70 $^0/_0$ Alkohol ausgewaschen und entkalkt. Größere Tiere kann man auch, nachdem man sich einige Fertigkeit erworben, nach der Fixation nach teilweisem Aufbrechen des Gehäuses und Lösung des Columellarmuskels aus dem Gehäuse ziehen, was das langwierige Entkalken abkürzt.

Schwierigkeiten verursacht auch bei sehr jungen Embryonen das noch in großer Menge vorhandene Eiweiß, weil solches beim Konservieren sehr leicht brüchig wird. Ich zog daher die Embryonen, wie es auch Rabl (10) that, aus dem Ei heraus. Dies ist aber mit Hilfe der Präpariernadel eine ziemlich mühsame Arbeit. Ich benutzte daher zum Festhalten der Eier eine Pipette, indem ich mittelst eines Gummischlauches die Eier an die Pipettenöffnung sog. Die Öffnung mußte natürlich kleiner sein als das Ei. Nun konnte ich bequem mit Hülfe eines Insektenstachels das Ei anstechen. Der Stachel, an einem Glasstabe mit Siegellack befestigt, hat eine ungemein feinere Spitze als eine Präpariernadel und dringt leicht, ohne starken Druck und ohne abzugleiten von der durch das Coconeiweiß schlüpfrigen Eiweißhaut, in die letztere ein, während eine Präpariernadel mit ihrer immerhin kolbigen Spitze vielfach abgleitet. Ist einmal etwas Eiweiß ausgeflossen, so bekommt die Eihaut Falten und läßt sich leicht fassen.

Die Färbung geschah mit Boraxkarmin. Dieses hat den Vorzug vor andern Färbemitteln, z. B. Cochenille, welche ich auch anwandte, die Genitalanlage, wie schon Brock angiebt, intensiver zu färben als die übrigen Teile, und dies gerade macht es möglich, insbesondere das überaus feine vas deferens zu verfolgen. Freilich ließ die Färbung in toto oft viel zu wünschen übrig; besonders färbte sich der proximale Teil des Körpers, die Leber u. s. w. sehr langsam und ungleich. Ich zog es daher zuletzt vor, erst die Schnitte nachzufärben.

Wenden wir uns jetzt unserer Hauptaufgabe zu, der

Beschreibung der ontogenetischen Befunde.

Das früheste Stadium der Anlage des Geschlechtsapparates, welches ich zu Gesicht bekam, bezog sich auf Tiere von durchschnittlich $^1/_2$ mm Durchmesser. Es waren die Embryonen noch nicht zum Auskriechen reif. Der Darm zeigte so ziemlich die typischen Windungen, die Eiweißzellen der Leber waren zum Teil in die typischen Leberzellen übergegangen, und die bleibende Niere war angelegt. Das Nervensystem zeigte noch die charakteristische unverhältnismäßige Größe und zeigte die oberen und unteren Schlundganglien mit ihren Kommissuren nebst zwei seitlichen Ganglien. Diese sind wahrscheinlich die Parietalganglien. Schon Rabl (10) spricht von zwei Zellenhaufen zu beiden Körperseiten, die ihm nervöser Natur zu sein scheinen, berichtet aber mit ziemlicher Reserve und Kürze von denselben. Seitdem hat wohl niemand dieselben genauer verfolgt. Ich bin leider erst ziemlich spät zu der Ansicht gekommen, daß solche doch auch für meine Fragen in Betracht kommen. Indes, da hierzu ein eingehendes Studium nötig ist,. mit dem ich kaum angefangen, muß ich hier auf das Nähere verzichten.

Auf meinem jüngsten Stadium finde ich in den Tentakeln eine Anhäufung von Zellen (Fig. 2 und 3 *tn*) mit großen Kernen von ganz ähnlichem Habitus wie in den Zellen des Ganglions und zugleich einen Zug (*vb*) gleich beschaffener Zellen, nach dem Ganglion hingehend. Meist traf ich die letztere Verbindung nur auf der rechten Seite, und zwar sehr stark entwickelt noch über den proximalen Rand des Tentakels hinausgehend, ohne eine Andeutung der Penisanlage, während auf einem etwas älteren Stadium die großen Zellen dieser Verbindung (*vb*) verschwunden waren, dafür aber genau am hintern Rande obiger Verbindung die Penisanlage schon ziemlich weit vorgeschritten war. Dieser Umstand ließ mich eine ziemliche Weile im Zweifel, ob das Gebilde zur Penisanlage gehöre, oder ob es der Tentakelnerv sei, bis ich endlich dieselbe Zellverbindung auch auf der linken Seite fand, zum Teil noch vollständig, zum Teil nur eine Strecke weit vom Cerebralganglion ausgehend. Auf der rechten Seite sah ich dann auch die Fasermasse, wie sie zu dieser Zeit die Mitte der Ganglien ausfüllt, in den Zellstrang übergehen, so daß sich derselbe bei Vergleichung älterer Stadien als ein Nerv entpuppte zwischen dem Cerebralganglion und den oben genannten Zellen nervöser Natur in den

Tentakeln. Nach einer Vergleichung mit späteren Stadien geht aus dieser Verbindung wahrscheinlich der nervus opticus, der Tentakelnerv und der Penisnerv hervor.

Ich habe diese Verbindung etwas genauer beschrieben, weil meiner Ansicht nach an diesem Punkte die Penisanlage sozusagen fixiert ist, und kann ich die

Anlage des Penis

selbst um so kürzer beschreiben.

Wie schon gesagt, zeigt obige Zellverbindung eine ziemliche Dicke in sagittaler Richtung. An dem proximalen Rande derselben, am unteren Rande des Fühlers, genau an der Stelle, wo das Körperepithel durch Auswachsen des Fühlers eine Biegung macht, legt sich der Penis an, indem an der Umbiegungsstelle das Epithel einfach nach innen weiterwächst (Fig. 3). Diese Einstülpung verfolgt in ihren ersten Stadien genau den Weg, den auch obige Anlage des Tentakelnervs verfolgte, wächst also der basalen äußeren Seite des rechten Cerebralganglions zu. Die Anlage ist etwa 10 μ breit und 14 μ lang. Ein Lumen ist deutlich sichtbar. Die Wandung besteht aus Zellen, die natürlich von derselben Beschaffenheit sind wie die Ektodermzellen, nur zeigen sie mehr rundliche Kerne von etwa 4 μ Durchmesser.

Bezüglich der

Uterus- und Prostataanlage

bin ich leider nicht in der Lage, sie so bestimmt festzustellen, wie das beim Penis der Fall ist. Ich traf die Anlage ungefähr zu derselben Zeit, wie die Penisanlage, wenn auch gewöhnlich nicht auf demselben Präparate. Eisig findet Schwierigkeiten bei Auffindung der Anlage, weil die Lage derselben beim Präparieren nie so sicher ermittelt werden kann, wie dies beim Penis der Fall ist. Diese Schwierigkeiten fallen auf Schnittserien hinweg, da die Lage des Ganges bestimmt ist durch die Biegung des Oesophagus kurz vor der Einmündung in den Magen. An dieser Stelle finde ich ihn immer zuerst. Große Schwierigkeiten bietet es aber, den Gang nach der proximalen und distalen Richtung zu verfolgen. Auf die Schwierigkeit der Verfolgung des Zwitterganges hat schon Brock aufmerksam gemacht. Noch schwieriger aber scheint mir die distale Verfolgung des Ganges.

In der Nähe des Oesophagus ist der mittlere Teil der Geschlechtsanlage, wie ihn Eisig nennt, ein Zellstrang von ovalem

Querschnitt, mit dorsoventraler Richtung der Längsachse. Diese Achse mißt etwa 19 μ. Der Querdurchmesser beträgt 14 μ. Ein Lumen ist deutlich sichtbar und beträgt 4 μ. Die Wandung besteht aus einer einfachen Lage von Zellen mit großen Kernen (3—4 μ) wie am Penis. Auch Brock findet diese Kerne 3—4 μ (p. 343), während sie Eisig nur 1 μ groß findet. Die Zahl der Zellen beträgt 12—16.

Distal erstreckt sich der Gang von hier an im günstigsten Falle noch etwa 0,15 mm und verschwindet noch eine ziemliche Strecke von der Stelle der späteren Geschlechtsöffnung entfernt. Erst bei einer Größe des Tieres von 1 mm ist, wie wir später sehen werden, eine Verbindung mit dem Hautepithel zu sehen Ich kann also bis jetzt nur eine mesodermale Anlage des Uterus-Prostatateiles annehmen.

Verfolgen wir die Anlage vom Oesophagus aus weiter proximal nach der Leber zu, so schwillt der Gang bald an auf 20 resp. 36 μ, wobei kein Lumen mehr zu sehen ist und die Zellen etwas größer sind. Die Lage im Vergleich zu späteren Stadien und Eisig's Befunde ergeben, daß wir es hier mit dem Ende des dritten Abschnittes des Oviduktes zu thun haben, resp. bei der Anschwellung selbst mit dem Teile, aus welchem der erste und zweite Abschnitt des Oviduktes wird. Von da ab zeigt nämlich der Gang eine plötzliche Abnahme bis auf ungefähr die Hälfte seiner Dicke. Die Abnahme wird immer größer, bis der Gang nach Verlauf von etwa 0,08 mm sich ganz in dem Mesoderm verliert.

Erst nach 3—4 Schnitten beginnt der Gang von neuem in ähnlicher Weise zwischen dem Mesoderm und verläuft bald in die

Zwitterdrüse.

Dieselbe zeigt in ihrem frühesten Stadium eine länglich-ovale Gestalt von etwa 0,03 resp. 0,05 mm Durchmesser, also etwa dasselbe Stadium zeigend, wie es Brock beschreibt. Bei Lymnaeus wird sie nicht, wie es Brock von Agriolimax agrestis angiebt, durch Pigment von den Leberlappen abgehoben; vielmehr sind es wie beim Zwittergange mehrere kleine, an sich wenig charakteristische Kennzeichen, deren Zusammenwirken erst das Organ als Zwitterdrüse erkennen läßt. Insbesondere ist es abweichend von Brock's Darstellung, wie aus der Figur hervorgeht (Fig. 4 *h*), eine Lage von Zellen, welche ganz regelmäßig angeordnet und gleich groß sind, eine Hülle bildend, in die wenige größere Zellen eingeschlossen sind. Diese besondere Anordnung zeichnet sie vor den Leberlappen aus, denn die Zellen dieser sind zum Teil noch nicht in die typischen Leber-

zellen übergegangen. Die Hülle der Zwitterdrüse tritt nur deutlich auf Schnitten hervor, die den Rand der Drüse getroffen haben; Schnitte, die durch die Mitte der Drüse gehen, zeigen sie wegen der größeren Anzahl der größeren Zellen in der Mitte weniger deutlich.

Kommen wir auf die Zahl der Anlagen zurück, so geht aus obigem hervor, daß die Zwitterdrüse ursprünglich nicht mit den Ausführgängen in Zusammenhang steht, also eine besondere Anlage hat, die nach ihrem Verhalten wahrscheinlich mesodermal ist, wie Brock l. c. p. 348 des näheren erörtert.

Auch der Uterus- und Prostatateil der Anlage ist wohl als mesodermal zu bezeichnen, da, wie wir oben sahen, im jüngsten Stadium eine Verbindung mit dem Ektoderm nicht nachzuweisen ist.

Wesentlich besonders erscheint mir die getrennte Anlage des Penis. Von einer Verbindung desselben nämlich mit den übrigen Teilen der Anlage ist in den jüngsten Stadien nichts zu sehen. Schon die Zeit der Anlage begründet einen Zweifel an einer gemeinschaftlichen Anlage. Zwischen 0,5 und 0,8 mm schwankte die Größe der Tiere, an denen ich die erste Anlage sah, und dann meist entweder nur die Penisanlage oder nur die Anlage des Uterusteiles. Bezüglich des Ortes der Anlage äußert sich Eisig leider etwas unbestimmt. Er sagt (p. 311): Die Penisanlage befindet sich auf der rechten Seite des Tieres, ungefähr in der Mitte des Vorderkörpers, während beim erwachsenen Tier wie auch beim reifen Jungen der Penis unmittelbar hinter dem Tentakel angebracht ist. Ich habe aber nie die Anlage an einer anderen Stelle gefunden als unmittelbar hinter dem Tentakel, wo sich eben später die Mündung auch befindet. Nun habe ich allerdings nicht L. auricularis untersucht, werde solches aber sobald als möglich nachholen, denn es wäre allerdings interessant, wenn sich eine solche Verschiedenheit bezüglich des Ortes der Penisanlage und vielleicht auch, wie ich schon oben bemerkte, bezüglich der Entfernung der Öffnung der beiden Ausführgänge bei den einzelnen Lymnäenspezies konstatieren ließe. Vorderhand aber bin ich der Ansicht, daß Eisig nicht die jüngste Anlage gesehen. Die Individuen, die er untersuchte, waren schon ausgekrochen und maßen 1 mm. Die Anlage zeigte keulenförmige Gestalt, was nach meinen Befunden erst später eintritt, und maß schon 50 μ, während meine jüngste Anlage etwa 14 μ lang war.

Ja Rouzaud's jüngstes Individuum von Lymnaeus maß schon 2 mm (l. c. p. 45). Er giebt zu, daß die beiden bourgeons schon

verlängert waren. Er zeichnet (Taf. I, Fig. 11) den bourgeon pénial auch neben dem bourgeon primitif, so wie er ihn auch schildert. Desgleichen giebt er auch in diesem Stadium noch keine Verbindung der beiden bourgeons durch das vas deferens an. Auf p. 46 und 47 sucht er sich nun allerdings die Thatsache, daß er den bougeon pénial bei Lymnaeus nur neben, ja nach der Zeichnung eine ziemliche Strecke von dem bourgeon primitif entfernt gefunden hat, durch eine migration passive oder, wie er sich p. 122 genauer ausdrückt, durch eine migration ontogénique zu erklären. Thatsache bleibt aber, daß er den Penis von Lymnaeus nie auf dem bourgeon primitif gesehen, und so bleibt seine migration eben nur eine Vermutung, und Eisig's Behauptung von einer besonderen Anlage des Penis und meine Beobachtung bestehen.

Eine weitere Veränderung zeigt sich, wenn das Tier etwa 2 mm groß ist. Im Penis ist die Differenzierung in kleinen und großen Schlauch eingetreten, die Prostata hat sich weiter vom Uterus entfernt, am Uterus legt sich am proximalen Ende die Windung an, die ihn im erwachsenen Zustande charakterisiert, und die Zwitterdrüse beginnt in Lappen zu zerfallen.

Im einzelnen zeigt sich folgendes: Der Penis ist auf 0,20 mm Länge gewachsen; er zeigt distal im Querschnitt ein langes Oval mit dorsoventraler Hauptrichtung. Allmählich verkürzt sich die dorsoventrale Achse und der Penis nimmt an Breite zu, bis endlich der Querschnitt leicht querelliptisch wird mit dem größten Durchmesser von 48 μ. Der Durchmesser verkleinert sich noch etwas proximalwärts und wächst dann wieder auf 75 μ. Es ist also dadurch eine Einschnürung entstanden und so ein deutlich unterschiedener proximaler und distaler Abschnitt, für welche Eisig die Ausdrücke kleiner und großer Schlauch gebraucht. Der kleine Schlauch ist 24 μ lang, der große 176 μ. Das Lumen erfährt dabei noch größere Veränderungen. Während es in der Mitte mehr queroval wird, zeigt es zugleich eine basale Ausbuchtung (Fig. 5). Diese letztere verkürzt sich allmählich, während der rechte Teil des Lumens (im Querschnitt) nach oben und links überbiegend mit der linken verschmilzt, so daß ein zentraler Cylinder abgeschnürt wird, der von einem Hohlcylinder umgeben ist (die Figur 6 giebt leider nur einen schiefen Schnitt davon wieder). Beide Teile gehen in das vas deferens über. Es hört also die Spalte zwischen den beiden Cylindern auf, und das Epithel verschwindet.

Die Zellenanordnung ist dabei dieselbe geblieben wie im vorigen

Stadium; im ganzen eben zweischichtig, nur sind die Zellen etwas größer. Innen zeigt der Gang ein Epithel, das meist niedrig ist, zum Teil aber auch 10 μ hoch wird. Auf diese Weise entsteht besonders die Lumenform in der Mitte des Penis.

Im kleinen Schlauch besteht die Hülle (Fig. 6 *ks*) aus zwei Zelllagen. Der innere Cylinder hat nach außen ein Epithel, dann folgen Embryonalzellen, von ähnlichem Aussehen wie die der ersten Anlage, nur sind sie etwas größer (bis 5 μ). Bald sind sie ungeordnet, bald treten die innersten zu einem Gange zusammen mit einem deutlichen, wenn auch äußerst engen Lumen. In diesem Falle sind dann auch die Zellen zwischen diesen beiden Epithelien mehr oder weniger gut ringförmig angeordnet. Am häufigsten finde ich dieses Lumen am distalen Ende genannten Organs, ein Umstand, der Eisig's Bemerkung p. 312 rechtfertigt, daß die Lumenbildung von der Spitze des vas deferens auszugehen scheint und allmählich gegen oben fortschreitet; freilich zeigt bei mir der Penis schon vorher ein Lumen und auch das vas deferens wenigstens im proximalen Teile.

Gehen wir auf den Uterus und die Prostata über, so finden wir auf diesem Stadium die Trennung dieser beiden Gänge etwas weiter vorgeschritten, etwa auf die Länge des späteren dritten Abschnittes des Oviduktes. Hier aber, wie auch schon auf der kurzen Strecke des vorigen Stadiums, auf welchem Uterus und Prostata getrennt waren, finde ich nicht, daß die Prostata stärker als der Uterus ist; vielmehr zeigen sie jetzt auf der ganzen Strecke eine gleiche Größe und Form (Fig. 7). Sie haben eine ovale Gestalt von 24 μ resp. 60 μ. Die längere Achse des Querschnittes schneidet die dorsoventrale Körperachse in einem spitzen Winkel, der nach rechts oben geöffnet ist. Anfangs liegt die Prostata etwas dorsal von dem Uterusteile, weiter proximal wieder links vom Uterus, resp. distal, wenn der ganze Apparat nach links umbiegt. Die Figuren sind natürlich spiegelbildlich gleich und daher rechts und links vertauscht. Die Trennung erfolgt in der Weise, wie es Rouzaud für das vas deferens und receptaculum seminis und Brock für seinen „männlichen Gang" angiebt, nämlich dadurch, daß dorsal eine Einwucherung der Wand erfolgt. Auch ventral sehe ich eine, wenn auch schwächere Falte auftreten, so daß der Gang etwa nebenstehendes Lumen zeigt. Die untere Falte endet auch bald, so daß sich im Querschnitt ein hufeisenförmiges Lumen ergiebt.

Den viergelappten Körper finde ich nicht auf einem herauspräparierten Genitalapparat. Das Ende des Ganges mag äußerlich diese Form bisweilen haben, aber auf Schnitten zeigt es sich als ein mit kontinuierlichem Lumen versehener Gang, der eine S-förmige Biegung ausgeführt hat. Das Ende der Schlinge ist mit den übrigen Teilen durch Bindegewebe verbunden, so daß eine Geradelegung des Ganges schwer sein wird, wie es ja auch bei dem erwachsenen Tiere noch der Fall ist.

Histologisch sind folgende Veränderungen aufgetreten. Im großen und ganzen besteht der Apparat innen noch aus einem Epithel und darüber die erwähnten embryonalen Muskelzellen, besonders bezieht sich dies auf die Teilstücke. Am proximalen, hinteren Teile des Ganges sind die Zellen dichter gedrängt und zeigen bisweilen mehr als die zwei Schichten; sie messen meist 4—6 μ, nur hie und da erreicht das Epithel eine Höhe von 9 μ.

Die Zwitterdrüse ist stark gewachsen, zeigt schon kleine Lappen und etwas größere Zellen als im vorigen Stadium. Die Zellen sind sehr dicht gedrängt und durch gegenseitigen Druck zu Polygonalen umgewandelt. Während im vorigen Stadium die Kerne fast die ganze Zelle ausfüllten, zeigt sich jetzt schon mehr Cytoplasma um dieselben; doch sind die Zellen noch gleich groß.

Der Zwittergang ist jetzt in seiner ganzen Länge gebildet und besteht im Querschnitt aus etwa 7 Zellen. Sein Durchmesser beträgt 26 μ, das Lumen ist etwa 3—4 μ groß. Er besitzt, wie der andere Apparat, eine Epithelschicht und darüber eine Schicht primitiver Muskeln.

An älteren Embryonen von etwa 3 mm Größe zeigen sich wichtige Veränderungen. Der große Schlauch weist die charakteristische Faltenbildung auf, eine gleich charakteristische Falte tritt in der Prostata auf, das receptaculum seminis und die Eiweißdrüse bilden sich, und die ersten Differenzierungen an den Zellen der Zwitterdrüse sind zu konstatieren.

Wenden wir uns zunächst zum Penis, so ist derselbe natürlich allgemein größer. Die Mündung mißt etwa 60 μ im Durchmesser, in der Mitte mißt er dorsoventral 160 μ, lateral 80 μ, der kleine Schlauch etwa 86 μ. Das charakteristischste Merkmal hierbei ist die Faltenbildung. Es tritt nämlich auf der linken dorsalen und rechten ventralen Seite des spaltenförmigen Penislumens eine stärkere Vermehrung der Zellen als an anderen Punkten ein. Die Zellen suchen sich dabei hauptsächlich Platz nach innen, und so wird das spaltenförmige Lumen S-förmig gebogen, der Grundtypus des ausgebildeten Penis.

Die Zellen sind im ganzen etwas größer als im vorigen Stadium, auf die innere Epithelschicht folgen besonders in den beiden Einbuchtungen Zellen, die nach innen mehr runde, nach außen mehr längliche Kerne aufweisen.

Das vas deferens ist außer allgemeiner Größenzunahme nicht wesentlich verändert.

Dagegen zeigt die Prostata wesentliche Veränderungen. Wie oben angedeutet, finden wir zuerst hier die charakteristische Falte des birnförmigen Teiles. Ein Querschnitt zeigt nämlich etwa die Gestalt von Fig. 9. Die dorsale Wand ist in Gestalt einer Falte nach unten gewachsen, ähnlich der Falte, die im vorigen Stadium bei der Trennung von Uterus und Prostata auftrat. Da die verdickte Stelle des Ganges sich scharf vom cylinderförmigen Teile absetzt, so schließt der dickere Teil vorn mit einer Querwand ab, durch die der cylindrische Teil des vas deferens mittelst einer kleinen Öffnung eindringt; diese Querwand wächst aber zugleich örtlich stärker und bildet so noch distale Ausstülpungen, die im Querschnitt getrennte Lumina zeigen.

Mit dieser Faltenbildung ist der Typus des birnförmigen Teiles eigentlich gegeben, und alle späteren Veränderungen verwischen mehr oder weniger diesen Typus wieder, so daß im ausgebildeten Zustande dadurch die Erkenntnis des Baues erschwert wird. Ich hebe dies besonders hervor und werde bei der Besprechung späterer Stadien darauf zurückkommen, weil ich in dem Baue des Uterus und der Prostata nicht dieselbe Ähnlichkeit finden kann, wie sie Eisig gefunden hat.

Der histologische Bau ist noch sehr einfach und unterscheidet sich nicht wesentlich vom vorigen. Wir treffen innen das Cylinderepithel mit Zellen bis zu 7 μ Höhe, und nach außen die primitive Muskelschicht. Dazu treten aber noch besonders auf der Seite des Uterus rundliche Zellen mit 3—4 μ großen Kernen von ähnlichem Aussehen, wie die Zellen des ursprünglichen embryonalen Gewebes; damit ist auch besonders die dorsale Einstülpung erfüllt. Diese Zellen sind es wohl, welche in erster Linie ein lebhaftes Wachstum bekunden.

Der Uterus zeigt kurz vor seiner Mündung eine Erweiterung seines Lumens. Aus späteren Stadien geht mit großer Wahrscheinlichkeit hervor, daß diese Erweiterung die Anlage des receptaculum seminis ist. Doch da diese Anlage noch zu wenig vorgeschritten ist, will ich eine genauere Beschreibung erst im nächsten Stadium geben.

Im übrigen hat der Uterus wenigstens in seinem dritten Abschnitte (*od*[3]) einen schmalen, hohen Querschnitt, insbesondere neben dem birnförmigen Prostatateile (Fig. 9). Die Höhe nimmt proximal allmählich ab, so daß der Uterus und die Prostata, welche letztere hier auch ein langes, schmales Oval im Querschnitt darstellt, etwa gleich großen Durchmesser haben. Beide sind etwa je 64 μ hoch und 34 μ breit. Von da an nimmt die Prostata im Querschnitt ab, der Uterus aber fast auf das Fünffache zu, bis nahe an den Magen, wo die Biegung des Oviduktes erfolgt. Die Auflösung dieser Schlinge ist mir noch nicht mit genügender Sicherheit gelungen; doch läßt sich so viel ersehen, daß sie ebenso liegt wie der spätere erste und zweite Abschnitt des Oviduktes. Es ist übrigens dieser Abschnitt nicht von großer Wichtigkeit und komme ich später noch einmal auf ihn zurück.

Ungleich interessanter ist das Ende des Uterus. Hier hat sich nämlich die Eiweißdrüse angelegt. Bei SEMPER (17, p. 388) finde ich folgenden Satz: „Mitunter fehlt eine gesonderte Eiweißdrüse (Lymnaeus [ovatus?] Planorbis marginatus)." KEFERSTEIN l. c. p. 1216 sagt: „Die Eiweißdrüse fehlt bei einigen Wasserpulmonaten." Für L. ovatus muß ich sie in Anspruch nehmen. Alle Individuen, die ich untersuchte, besaßen sie, und daß diese der Spezies ovatus angehörten, habe ich oben dargelegt. Überdies setzt SEMPER hinter ovatus ein „?", womit er wohl die Unsicherheit der Spezies andeuten will.

Am genannten Präparate zeigt sich am proximalen Ende der Ausführgänge, also nach der Umbiegung des Genitalapparates am Oesophagus, ein Gang mit seitlichen Ausstülpungen (Fig. 8). Sowohl die Form als die Färbung im Vergleich zu späteren Stadien kennzeichnen das Gebilde als Anlage der Eiweißdrüse. Sie ist etwa 72 μ lang, 69 μ hoch und 102 μ breit. Sie besteht aus einem Hauptgange, dessen Lumen 4 μ beträgt. Außer diesem sind noch 10—15 kleine Blindsäckchen, wie sie die spätere Eiweißdrüse aufweist, vorhanden. Jedes dieser Blindsäckchen zeigt im Querschnitt etwa 8—15 Epithelzellen, einen Durchmesser von etwa 13 μ und ein Lumen von 3 μ. Jedes hat um die Epithelschicht noch ein bis zwei Lagen von Zellen mit den bekannten länglichen Kernen. Übrigens steht jedes mit dem Hauptkanal in Verbindung und kann als eine Ausstülpung aus demselben betrachtet werden. Bei späteren Stadien werde ich noch einmal auf die Struktur der Eiweißdrüse zurückkommen.

Was die Zeit der Anlage betrifft, so ist sie für Lymnäen,

denen ja der peitschenförmige Anhang, der Pfeilsack und die fingerförmige Drüse fehlen, das zuletzt erscheinende Glied des Genitalapparates. Penis, vas deferens, Prostata, Zwittergang und Zwitterdrüse waren schon vorher angelegt. Höchstens das receptaculum seminis könnte später auftreten, da ich die oben genannte Erweiterung nahe der Vagina nicht mit Bestimmtheit als die Anlage desselben hinstellen kann.

Brock findet bei einem Exemplar von 3 mm, wovon er keine Zeichnung giebt, welches aber einem Stadium entspricht, das zwischen seinen in Fig. 4 und 5 abgebildeten liegt, einen Blindsack von 0,05 mm Größe. Es entspricht dies Stadium, abgesehen von dem sich viel schneller entwickelnden Penis bei den Basommatophoren, ungefähr meinem Stadium. Er hat dieses Gebilde freilich nicht weiter verfolgt und verläßt es mit der Bemerkung: „Diese Endanschwellung des primären Geschlechtsganges, welche, wenn auch inkonstant, sich als Blindsack ausbuchtet, ist nach den übereinstimmenden Versicherungen von Eisig (p. 316) und Rouzaud (p. 43) die Anlage der Eiweißdrüse, der vesicula seminalis und vielleicht auch des proximalen Abschnittes des Ovispermaduktes; ich selbst habe über die Entwickelung dieses spät auftretenden Anhangsgebildes des Genitalapparates keine Beobachtung aufzuweisen."

Nun finde ich bei Eisig p. 316 über das zweite Stadium der Anlage seines Uterusteiles, welches er in Fig. 15 zur Abbildung bringt, nur den einen Satz: „Der oben kugelförmig angeschwollene Teil giebt die Drüsen und den obersten Abschnitt des Eileiters ab." Weiter erwähnt er auf p. 317 nur noch, daß dieser Körper in 4 Lappen zerfällt, und schließt über diesen Punkt: „Dieses Stadium schließt aber jene Reihe" (Entwicklungsreihe) „weder morphologisch noch histologisch ab, und es bleibt insbesondere noch nachzuweisen, wie aus dem viergelappten Körper, welcher seine Form noch nicht geändert hat und welcher die Drüsen, sowie den gefalteten Teil des Eileiters abgeben wird, diese letzten Teile des Genitalapparates gebildet werden." Mit diesen beiden Sätzen hat wohl Eisig weiter nichts sagen wollen, als daß er den viergelappten Körper nicht weiter untersucht hat, daß aber aus ihm der erste und zweite Abschnitt des Eileiters hervorgehen muß, weil die ganze übrige Anlage zum dritten Abschnitt des Eileiters wird, wie er vorher richtig dargelegt hat. So giebt er denn auch, weil er keine Schnitte hindurchgelegt hat, nichts über die innere Struktur desselben. Es bleibt also thatsächlich nur die Angabe von

Rouzaud über die Eiweißdrüse bestehen. Aus seiner Beschreibung und Abbildung (Taf. I, Fig. 4) geht auch sicher hervor, daß er die Eiweißdrüse thatsächlich gesehen hat, und zwar zu einer Zeit, die im ganzen mit meiner Beobachtung übereinstimmt. Zwitterdrüse und Eiweißdrüse zeigen schon Lappenbildungen; Penis und vas deferens sind bei den Landschnecken natürlich etwas zurück, während das receptaculum seminis deutlich abgespalten ist. Die Größe ist bei einem Vergleich verschiedener Spezies nicht in Betracht zu ziehen.

Der Zwittergang zeigt keine wesentlichen Verschiedenheiten vom vorigen Stadium.

Die Zwitterdrüse läßt schon erhebliche Größenunterschiede ihrer Gewebselemente erkennen. Die größten Elemente befinden sich namentlich am Follikelrande und sind etwa 10 μ groß. Die Größe und Lage läßt sie als Ureier deuten; unzweifelhaft als solche kennzeichnet sie ihre Färbung. Das Protoplasma färbt sich schwach rot, der Kern bleibt mehr oder weniger ungefärbt, während das Kernkörperchen sich intensiv färbt. So färben sich nach den übereinstimmenden Berichten von Rouzaud und Brock meist die jungen Eier. Brock findet diese Gebilde etwas später. Samenfäden habe ich auf diesem Stadium noch nicht finden können.

Ein weiteres Stadium, bei einer Größe des Tieres von 3—4 mm, giebt sich besonders durch die charakteristische Ausbildung des dritten Abschnittes des Oviduktes kund.

Im einzelnen zeigt sich folgendes.

Der Penis ist natürlich weiter in die Länge und Dicke gewachsen, und die Falten haben sich weiter nach innen geschoben, so daß das Lumen eine in die Breite gezogene „S"-Form darstellt; zudem dringen die Falten distal vor. Die größte Breite beträgt etwa 0,24 mm. Der kleine Schlauch weicht jetzt an Breite dem großen Schlauch. Er mißt 0,1 mm. Im großen Schlauch ist über dem inneren Epithel noch reichlich Gewebe in den Falten aufgetreten, in ähnlicher Weise, wie im vorigen Stadium dies an der Prostata geschah. Die Zellen dieses Gewebes sind zum Teil rund, zum Teil aber haben sie wie ihre Kerne eine mehr oder weniger gestreckte Form, so daß man sie nach Eisig's und Rouzaud's Vorgang wohl als embryonale Muskeln bezeichnen kann.

Der kleine Schlauch wie das vas deferens haben außer allgemeiner Vergrößerung keine typischen Veränderungen erfahren.

Auch die Prostata hat die oben beschriebene Form beibehalten, ist aber auf die doppelte Stärke gewachsen (0,24 mm).

Das Bindegewebe zwischen den Epithel- und den Muskelzellen hat eine viel größere Ausdehnung angenommen, besonders in der dorsalen Einbuchtung, wo es mehr oder weniger ungeordnet erscheint.

Mit viel größerer Ordnung tritt die Vermehrung der Zellen und Oberflächenvergrößerung im dritten Abschnitt des Oviduktes auf. Hier vermehren sich die Zellen des inneren Epithels in äußerst schneller Weise, so daß sie Falten (Fig. 10a u. b) in regelmäßigen Abständen bilden müssen, da das andere Gewebe nicht so schnell folgt. Ich zähle etwa 24 Falten von verschiedener Höhe. Die Falten ragen im fertigen Zustande in das Uteruslumen etwa wie das Velum einer Meduse in den Schirm hinein. Mit Bezug auf die longitudinale Achse des Oviduktes bezeichne ich ihre radiale Ausdehnung als Höhe, und ihre longitudinale Ausdehnung mit Dicke, während ihre Länge bei ihrem Zurücklaufen in sich selbst gar nicht in Betracht kommt. Auf Längsschnitten des Uterus sehe ich sie nur auf der dorsalen Seite, was dahin zu deuten ist, daß sie noch nicht auf dem ganzen Umkreise des Uterus aufgetreten sind, also noch nicht in sich zurücklaufen. Ihre Höhe beläuft sich bis auf 62 μ, ihre Dicke auf 12 μ und ihr Abstand von einander beträgt etwa 4—5 μ. Die Entstehung scheint in derselben eigentümlichen Weise vor sich zu gehen, wie es Brock (l. c. p. 359) für den Reizkörper und die Penisfalten beschreibt. Es strecken sich erst einige Epidermiszellen unverhältnismäßig in die Länge, allmählich folgen die Nachbarzellen nach und schieben die ersteren als Falte in das Uteruslumen hinein, und so folgen andere. Nach und nach nehmen die Epithelzellen wieder die gewöhnliche Form an. Auch die kleinen Bindegewebszellen nebst Pigmentzellen, welche letzteren ja ein steter Begleiter des Genitalapparates sind, wachsen endlich als Falten in die Epithelfalten hinein. So zeigt ein Querschnitt der Falte außen große Epithelzellen, dann folgt eine Lage Bindegewebe und in der Mitte Pigmentzellen. Mit dieser Faltenanlage ist der Typus für das erwachsene Tier im Uterus gegeben. Alle weiteren Veränderungen sind, morphologisch betrachtet, dem eben Gesagten gegenüber unwesentlich. Inwieweit meine Darstellung von der Eisig's beim erwachsenen Tiere abweicht, werde ich am Ende des entwicklungsgeschichtlichen Teiles angeben.

Die andere wesentliche Veränderung des Oviduktes ist die Abspaltung des receptaculum seminis.

Auf Tangentialschnitten, die so gelegt sind, daß der dritte

Abschnitt des Eileiters quer getroffen ist, zeigt der Querschnitt etwa 40 μ von der Mündung entfernt dieselbe Erweiterung wie im vorigen Stadium. Die nächsten Schnitte zeigen ein zweilappiges Lumen des Uterus und bald darauf treten statt des einen Ganges zwei Gänge auf, die nebeneinander weiter verlaufen. Das distale Ende des Ganges liegt mitten zwischen Uterus und der birnförmigen Prostata. Weiter proximal kommt das receptaculum auf die Prostata zu liegen. (Ich habe den ungefähren Ort auf der Fig. 9, welche ein früheres Stadium darstellt, mit rs^1 resp. rs^2 bezeichnet.) Einen Zusammenhang der Lumina am proximalen Ende habe ich leider niemals konstatieren können, was ich um so mehr bedaure, weil man so über die Art des Wachstums des receptaculums doch noch im Zweifel sein kann; denn, hätte ich nur diesen Befund vor mir, so würde ich eher dazu neigen, das receptaculum seminis sei eine lokale Ausstülpung am distalen Uterusende und wachse dann proximal stark weiter, etwa wie Brock und Eisig das Entstehen des vas deferens schildern. Wenn ich indes an die Darstellung denke, die Rouzaud von dem receptaculum seminis und dem vas deferens giebt, und wie genau in derselben Weise Brock von seinem „männlichen Gange“ schreibt, wenn ich ferner daran denke, wie sich die Prostata vom Uterus trennt, und wenn ich endlich, wie ich gleich vorausnehmen will, in Betracht ziehe, daß der ganze proximale Teil bei L. ovatus oblitteriert, und nur der erweiterte distale Teil das receptaculum seminis bildet, — so müssen mich alle diese Erwägungen zu der Anschauung bringen, das receptaculum sei ein Längsspaltstück des Uterus, wie es Rouzaud darstellt.

Der Gang ist vorn 14 μ breit mit äußerst schmalem Lumen. Seine Länge beträgt 0,15 mm. Die Wandung besteht wie bei allen andern Gängen des Apparates aus zwei Schichten.

Auch die Zwitterdrüse bekundet einen Fortschritt. Die Ureier messen jetzt bis 18 μ. Hier finde ich zuerst Gruppen von größeren und kleineren Zellen, die wahrscheinlich Rouzaud's Proto- und Deutospermatoblasten sind. Darin bestärkt mich auch ein auffallendes Verhalten des Zwitterganges. Während dieser vorn und hinten im ganzen 40 μ im Durchmesser mißt mit einen Lumen von 10 μ, befindet sich in der Mitte über eine ziemliche Strecke hin eine Erweiterung des Ganges, wobei derselbe zugleich gewunden ist. Der Durchmesser erreicht hier 50—60 μ, das Lumen 35 μ, also etwa die dreifache Breite der anderen Stellen. Zugleich ist der Gang dicht mit Sperma angefüllt. Auch an

anatomischen Präparaten fand ich mehrmals solche verdickte Stellen. Es treten also wenigstens inkonstant blindsackähnliche Bildungen am Zwittergange von L. ovatus auf.

Bei einer Größe des Tieres von 5—6 mm sind die morphologischen Veränderungen gering gegenüber dem vorigen Stadium. Nur eine allgemeine Größenzunahme des Apparates ist eingetreten.

Der große Schlauch ist auf etwa 0,26 mm Breite gewachsen, während der kleine Schlauch fast noch wie vorher 0,12 mm breit ist. Histologisch sind die Veränderungen schon größer. Wie im vorigen Stadium finde ich auch hier nicht wie EISIG große braune Zellen von 10 μ. Nur selten erreichen hie und da die Cylinderepithelzellen diese Höhe, sind dabei aber sehr schmal (3—4 μ). Die andern Zellen haben einen mehr rundlichen Umriß und sind 3—6 μ groß. Zum Teil sind auch schon ganz charakteristische Muskeln im Penis ausgebildet. Sie sind zum Teil sehr regelmäßig angeordnet; da ich aber noch nicht genau über diese Verhältnisse orientiert bin und sie nicht übereinstimmend finde mit den Angaben EISIG's, will ich hier keine näheren Angaben machen.

Die Prostata mißt jetzt im birnförmigen Teile etwa 0,3 mm im Querschnitt, weiter nach innen zeigt sie, wie schon früher, einen sehr hohen, schmalen Querschnitt. Das Cylinderepithel erreicht die Höhe von 18 μ; nach aussen folgt noch wie im vorigen Stadium ein 3—4 schichtiges Bindegewebe von dichtgedrängten, rundlichen Zellen mit großen Kernen. Auf sie folgen noch die spindelförmigen Muskelzellen wie schon früher.

Der Ovidukt ist 60—70 μ breit und zeigt die schon bei Tieren von 3—4 mm Größe beschriebenen charakteristischen Falten, die aber auch hier meist noch nicht kreisförmig geschlossen sind.

Das receptaculum seminis ist 0,83 mm lang und hat vorn an der Ansatzstelle eine Erweiterung, da, wo später das fertige receptaculum seminis sich befindet. Es mißt hier etwa 51 μ mit einem Lumen von 10 μ; proximal verengt es sich auf 1—3 μ. Die Wandung besteht wie früher aus einem Epithel und 1—2 Muskelschichten.

Die Eiweißdrüse ist etwa 0,54 mm lang, die Follikel messen 20—30 μ. Die Kerne füllen fast noch die ganze Zelle aus. Die Follikelzahl ist natürlich bedeutend gestiegen. Besonders deutlich ist in diesem Stadium das Bindegewebe zu sehen, welches sich zwischen den einzelnen Follikeln befindet.

In der Zwitterdrüse befinden sich schon Eier von 45 μ mit

deutlichen nucleolus und nucleolinus. Sperma ist schon sehr viel vorhanden.

Hat das Tier die Größe von 7 mm erreicht, so gehen noch einige Veränderungen am Genitalapparat vor sich.

Der große Schlauch ist etwa 0,65 mm breit, der kleine 0,17 mm. Die Epithelzellen sind bis 17 μ hoch, ihre an der Basis sich befindenden Kerne messen 10 μ. Die Falten im großen Schlauche haben auf ihrer Oberfläche noch zahlreiche kleine Falten, die aber bei ihrer Kleinheit den Haupttypus der Faltenbildung nicht verwischen. Es ist übrigens nicht absolut ausgeschlossen, daß diese kleinen Falten nur Kunstprodukte sind.

Wichtiger sind die Änderungen am vas deferens, das heißt dem unteren, cylindrischen Teile desselben, welches man bei den Basommatophoren oft speziell als vas deferens der Prostata gegenüberstellt, ausgehend von den Stylommatophoren, bei denen eine solche Einteilung noch mehr gerechtfertigt ist.

Der cylindrische Teil hat übrigens nahe der Prostata auch einen größeren Durchmesser als nahe dem Penis, und ein solcher Unterschied macht sich auch, soweit ich es bis jetzt verfolgen konnte, histologisch bemerkbar. Am proximalen Ende finde ich vorwiegend eine Ringmuskulatur über der innern Epithelschicht. Diese Ringmuskelschicht nimmt mindestens die doppelte Dicke der entsprechenden Schicht am untern Teile des vas deferens, das dem Penis näher gelegen ist, an. Nie aber sah ich Drüsenzellen oder Bindesubstanzzellen, wie sie Eisig angiebt (Fig. 1 C *a, d* u. *f*). Am distalen Teile des Samenleiters (Fig. 14) dagegen tritt die Muskulatur, die ebenfalls meist ringförmig ist, zurück, und es treten in der Peripherie ein bis zwei Lagen großer, runder Zellen auf (Fig. 14). Diese Zellen haben einen homogenen, glashellen Inhalt und kleine Kerne. Sie finden sich von diesem Stadium ab immer in diesem Teile des vas deferens. Ich möchte sie mit den von Eisig l. c. p. 304 beschriebenen Bindesubstanzzellen vergleichen, die er auch als Drüsenzellen in Anspruch nimmt (Fig. 1 C *a, d* u. *f*). Nur ist die Lagerung der von mir beschriebenen Zellen eine ganz andere, wie die Figur zeigt; diese Lagerung erinnert vielmehr sehr an Rouzaud's Darstellung des Reizorganes von Xesta distincta, l. c. pl. IV, Fig. 1 und 2. Ob sich die Details in ähnlicher Weise verhalten, habe ich nicht näher untersucht.

In der Prostata ist die typische Faltung noch deutlich zu sehen. Das Epithel hat eine Höhe von 10 μ, aber es tritt gegenüber den unter ihm liegenden großen Zellen (Fig. 12 *a* und *b*), die

man wohl als Drüsenzellen aufzufassen hat, sehr zurück; eine Erscheinung, die in späteren Stadien immer mehr zu Tage tritt. Von der Peripherie des Organes aus, wo sich zum Teil spindelförmige Muskelzellen befinden, zum Teil weniger gestreckte Zellen, die ich mit Bindesubstanzzellen bezeichnen will, dringen jetzt die letzteren nebst vielen Pigmentzellen strangartig zwischen die Drüsenzellen ein und ordnen die letzteren faltenartig an, so daß das Organ einen im geringen Maße ähnlichen Anblick im Durchschnitt gewährt, wie der dritte Abschnitt des Uterus.

Der dritte Abschnitt des Oviduktes hat jetzt nahezu den Charakter wie beim erwachsenen Tiere angenommen (Fig. 17). Die Falten sind jetzt ringförmig geschlossen und haben an Höhe und Dicke zugenommen. Sie erreichen eine Höhe von 0,34 mm und eine Dicke von 62 μ. Ihr Abstand beträgt 8—9 μ. Das Epithel besteht aus großen Drüsenzellen von 28 μ Höhe und 15 μ Breite. Ihre Kerne sind viel kleiner als die der Drüsenzellen in der Prostata. Das Protoplasma zeigt wie bei der Prostata einen trüben, körnigen Inhalt. Die Kerne der Zellen haben noch einen scharfen Umriß.

Das receptaculum seminis hat sich distal stark erweitert. Es hat einen lang-elliptischen Querschnitt mit einem größten Durchmesser von 0,17 mm. Die Elemente der Wand sind etwa auf dem Punkte stehen geblieben, den der Uterus zeigte, bei einer Größe des Tieres von etwa 3 mm zu einer Zeit, als sich die typischen Falten im dritten Abschnitt des Oviduktes anlegten; und mit treffender Übereinstimmung findet man auch hier im distalen Teile des receptaculums dieselbe Anlage der Falten, ja überwiegend auch auf der dorsalen Wand zuerst ansetzend (Fig. 13). Nur sind hier die Falten viel niedriger, schmäler und spärlicher angelegt als dort im Uterus. An der Basis finden sich noch die gewöhnlichen Epithelzellen zu etwa 3—5 zwischen zwei Falten. Höher [1]) oben an der Falte sind diese Zellen nicht mehr zu sehen, wenigstens in dem weiteren Teile des receptaculums und besonders beim erwachsenen Tiere. Ob diese Zellen überhaupt nicht weiter an der Faltung teilnehmen, ob sie als Drüsenzellen sich auflösen, oder ob sie künstlich an meinen Präparaten entfernt waren, habe ich nicht mit Sicherheit konstatieren können.

Proximal von der erweiterten Basis läuft das Organ als

1) Cf. die obigen Dimensionsbezeichnungen p. 22.

langer, dünner Gang, der sich nur noch einige Male etwas erweitert, auf eine weite Strecke neben dem Uterus hin.

Die Zwitterdrüse weist nichts Bemerkenswertes mehr auf. Die Geschlechtsprodukte beider Art sind leicht zu sehen, ebenso die Proto- und Deutospermatoblasten.

Bei einer Größe des Tieres von 10—15 mm tritt wohl stets die Geschlechtsreife ein, und die Veränderungen im Geschlechtsapparate sind nicht sehr bedeutend mehr, so daß eine Trennung nach der Größe des Tieres, wie oben geschehen ist, wohl nicht mehr nötig ist.

Was zunächst den großen Schlauch anbetrifft, so werden die Falten noch mehr entwickelt, aus Gründen aber, die ich schon oben angab, will ich hier nicht auf Einzelheiten eingehen.

Auf die Verhältnisse im kleinen Schlauch möchte ich mich aber doch etwas näher einlassen.

Schon bei einem Stadium, das ein zwei Millimeter großes Tier zeigte, sahen wir durch eine Art Faltung im proximalen Teile des Penis eine Umbildung vor sich gehen, die eben den kleinen Schlauch hervorrief nebst dem „als Penis fungierenden Ende des vas deferens", wie Eisig sich ausdrückt.

Der Kürze der Darstellung halber will ich das als Penis fungierende Ende des vas deferens als Begattungsglied (Fig. 15 und 16 *bg*) bezeichnen und die Hülle (*ks*) um dasselbe allein als kleinen Schlauch. Warum ich diesen Teil des vas deferens besonders bezeichne, wird sich aus dem folgenden ergeben.

Eisig gebraucht den Ausdruck „Penis" in dem auch sonst üblichen Sinne, nämlich für den Teil des Geschlechtsapparates, der in Fig. 1 B zwischen *a* und *c* liegt. Er trennt diesen Teil wieder in großen Schlauch (*ks*) und kleinen Schlauch mit dem als Penis fungierenden Ende des vas deferens. Dieses Ende des vas deferens geht nun nach seiner Darstellung und nach allen seinen Zeichnungen nicht nur an seinem proximalen Ende kontinuierlich in den andern Teil des vas deferens über, sondern ist auch peripherisch gar nicht von dem kleinen Schlauche getrennt [1]); denn eine Lage Bindesubstanzzellen kann keine Trennung veranlassen. Nach Eisig's Darstellung kann aus mechanischen Gründen bei einer Umstülpung des Penis nur ein sehr kleiner Teil des Begattungsgliedes frei aus dem großen Schlauche hervortreten; nämlich

1) Ich habe der Deutlichkeit halber Eisig's Fig. 6 soweit als nötig wiedergegeben (Fig. 1 C).

höchstens der Teil von *d* bis *b*, weil nur bis *b* das vas deferens wirklich vom kleinen Schlauch peripherisch getrennt ist und durch die Papille (*pa*) geht.

Anschaulich läßt sich dies Verhältnis an irgend einem Penis eines Säugers deutlich machen. Ein Zurückziehen des praeputium penis entspricht einer Umstülpung des Schneckenpenis. Hier wie dort ist das praeputium, denn auch bei Schnecken hat man den großen Schlauch praeputium genannt, umgestülpt, das innere Epithel desselben kommt nach außen zu liegen und die Eichel resp. das Ende des vas deferens ist bloßgelegt. Diese Umstülpung geht aber nur bis dahin, wo das innere Epithel des praeputiums von dem Epithel der Eichel getrennt ist, während von da an die dem praeputium entsprechende Hautdecke fest mit dem Schwellkörper beim Säugetiere verwachsen ist. In ähnlicher Weise ist aber auch nach Eisig's Darstellung der kleine Schlauch mit dem als Penis fungierenden Ende des vas deferens verwachsen (Fig. 1 C).

Meine anatomischen Befunde aber und eine Beobachtung coitierender Schnecken machten es mir wahrscheinlicher, daß das vas deferens weiter freizulegen ist, nämlich auf der ganzen Strecke des kleinen Schlauches (Fig. 15 und 16); und daß es wahrscheinlich auch so weit in die Vagina eindringt.

Um wieder auf oben erwähnte Figuren (6 u. 1 C) zurückzukommen, so finde ich von jenem Stadium an, wo das Tier zwei Millimeter mißt, das Begattungsglied immer durch einen ziemlich breiten Raum vom kleinen Schlauch getrennt. Beide Organe sind auf ihren sich zugewandten Seiten deutlich durch ein Epithel abgegrenzt. Die Figuren 15 und 16 veranschaulichen zugleich, wie die Epithelien allmählich verschwinden.

Dieses Verhalten dürfte der Wirklichkeit entsprechen. Unsicherer ist mir das Verhalten der Längs- und Ringmuskulatur und der schon oben erwähnten großen peripherischen Zellen im unteren Teile des vas deferens. Wie alle Forscher vor Eisig auf das Flimmerepithel (1 C *e*) gleich die Ringmuskulatur (*c*) folgen lassen, so habe auch ich nie die von Eisig beschriebenen Bindesubstanzzellen (1 C *d*) gesehen. Nur eine Cuticula, von der auch Eisig berichtet, trennt das Flimmerepithel von der Ringmuskulatur. Es dürften also die in der citierten Figur gegebenen Bindesubstanzzellen nicht so allgemein verbreitet sein. Möglich, daß sie sich nur bei bestimmten Spezies oder zu bestimmter Jahreszeit vorfinden, oder was sonst noch für Möglichkeiten vorhanden sind, die aufzuzählen unnötig ist.

In der Prostata gehen noch folgende Veränderungen vor sich. Bei 7 mm großen Tieren sahen wir schon, wie das Bindegewebe zwischen die Drüsenzellen hineinzuwuchern begann und dasselbe anscheinend zu Falten ordnete. Dieser Vorgang vollendet sich bei Tieren von 10—15 mm (Fig. 12 *a* und *b*). Man erhält so einen ungefähren Bau wie im Uterus. Zwischen großen Drüsenzellen sieht man schwache Bindegewebszüge nebst reichlichem Pigment. Besonders in der Falte, wie wir sie zuerst antrafen, ist bei außerordentlicher Vermehrung der Drüsenzellen das Bindegewebe nach allen Richtungen hineingewuchert. So hat die Falte eine mächtige Ausdehnung erhalten und ihre Form ist so verändert, daß ihr ursprünglicher Typus fast ganz verwischt ist. Diese Bindegewebszüge verbinden sich häufig netzartig, so daß follikelähnliche Gebilde entstehen, in denen die Drüsenzellen sitzen. So konnte Semper (17) p. 394 von Drüsenfollikeln sprechen. Einen Ausführungsgang durch das Epithel konnte ich freilich nicht entdecken. Die Drüsenzellen lassen jetzt schwer Zellgrenzen erkennen, nach dem Abstand der Kerne aber zu schließen, messen sie etwa 27 μ und ihre Kerne 17 μ. Letztere haben einen äußerst scharfen Umriß.

Im dritten Abschnitt des Oviduktes erreichen die Drüsenzellen bei 15 mm großen Tieren eine Höhe von 42 μ und eine Breite von 18 μ. Die Kerne aber scheinen in Auflösung begriffen zu sein. Meistens liegt noch an der Basis der Zelle ein durch Boraxkarmin sich intensiv wie sonst der Kern färbender Körper, der aber einen ganz unbestimmten Umriß zeigt. Auf der Figur tritt solches leider nicht so scharf hervor. Die Falten stoßen jetzt nach allen Seiten dicht aneinander, so daß kaum ein Lumen zu sehen ist. Auch tritt das Bindegewebe in denselben und die Muskulatur an der Peripherie des ganzen Organs bedeutend hinter dem Drüsenepithel zurück. Die Muskulatur hat sich nur an der Vagina, wo keine Falten vorhanden sind, stärker ausgebildet.

Vergleichen wir hier den endgültigen Bau des 3. Abschnittes des Eileiters mit dem birnförmigen Teile der Prostata, so kommen wir, entgegen der Darstellung Eisig's, zu gewissen Unterschieden; während Eisig einen vollkommen analogen Bau der beiden Organe konstatiert.

Schon der Totaleindruck im mikroskopischen Bilde ist ein so verschiedener, daß die Gänge auf den ersten Blick zu unterscheiden sind. In Figur 10 c habe ich diesen Unterschied wiederzugeben versucht. Die Figur ist absichtlich nicht dem 3. Abschnitt

des Oviduktes und dem birnförmigen Teile der Prostata entnommen, sondern einer etwas höheren Stelle; etwa an der Stelle, die ich in Figur 1 A mit *a b* bezeichnet habe. Es sollen nämlich die Figuren zugleich darthun, daß der Bau des 1. und 2. Abschnittes des Oviduktes und des proximalen Teiles der Prostata im wesentlichen, wie schon Eisig richtig angiebt, nicht von dem Bau der Prostata im birnförmigen Teile resp. vom 3. Abschnitt des Oviduktes abweicht. Nur ist der Typus sozusagen abgeschwächt. Die Figuren 11, 12 und 17 sind den typischen Stellen entnommen.

Gehen wir auf die Einzelheiten ein, so finden wir den Hauptunterschied darin, daß die Drüsenzellen des Uterus aus Epithelzellen entstanden sind und eben nur solche sind; während in der Prostata die ursprünglichen Epithelzellen wohl noch vorhanden sind, aber hinter den großen Drüsenzellen vollständig zurücktreten. Der Form nach zu schließen, werden sie das auch physiologisch thun. Der Unterschied geht deutlich aus der Entwicklungsgeschichte hervor.

Wir erinnern uns, wie die Epithelzellen des Uterus (10 b) sich sehr frühzeitig, bei zwei mm Größe des Tieres, als Falten erhoben und alsbald das Bindegewebe in derselben Regelmäßigkeit mit sich nahmen; zu einer Zeit, wo in der Prostata (Fig. 9) keine entsprechende Bildung zu sehen war. In der Prostata sehen wir erst viel später, bei 6 mm großen Tieren, Drüsenzellen entstehen, aber hinter dem Epithel und ungeordnet ohne Bindegewebe dazwischen (Fig. 9—12 u. 17). Erst sehr spät wächst Bindegewebe zwischen die Drüsenzellen, aber nicht in regelmäßigen Falten, sondern unregelmäßig, netzartig verzweigt.

Aus der Entstehungsweise ergiebt sich auch die Form der Drüsenzellen. Im Uterus liegen die Zellen wie sonst im Cylinderepithel gleich groß und wohl geordnet nebeneinander. In der Prostata sind sie mehr oder weniger kugelige Gebilde und nicht in so schöner Ordnung in dem Bindegewebe verteilt. Außerdem sind sie kleiner als im Uterus, haben einen viel größeren Kern mit äußerst scharfer Kontur, welche letztere den kleinen Kernen der Uterusdrüsenzellen abgeht.

Flimmerung, die Eisig angiebt, habe ich weder im Uterus noch in der Prostata gesehen, obwohl das Epithel der letzteren kontinuierlich in das Epithel des cylinderförmigen Teiles übergeht und daselbst am frischen wie am fixierten Gewebe deutlich zu sehen sind.

Was das receptaculum seminis anbelangt, so stellt es jetzt

eine Blase dar, von 1,5 mm Länge. Dieselbe sitzt auf einem kurzen Stiele von 0,4 mm Länge und 0,36 mm Breite. Am proximalen Ende ist es äußerlich zugespitzt. Auf Schnitten weist diese Spitze einen engen Gang auf, wie wir ihn in früheren Stadien antrafen, aber während es dort so lang war, wie der dritte Abschnitt des Oviduktes, ist das ganze receptaculum jetzt etwa nur $^1/_3$ so lang. Es ist also das fertige receptaculum seminis nur der untere blasenförmig erweiterte Teil der Anlage, während der obere Teil oblitteriert und nur ein Rudiment hinterläßt. So wenigstens bei L. ovatus.

Endlich sei noch mit einigen Worten der beiden obersten Abschnitte des Oviduktes und der Eiweißdrüse gedacht.

Die erstgenannten Teile des Oviduktes (Fig. 1 A) sind ihrer Struktur nach, wie schon Eisig angiebt und ich oben gelegentlich erwähnte, dem 3. Abschnitte gleich. Die charakteristische Biegung, die sie in situ einnehmen, beginnt schon frühzeitig. Äußerlich ist dieser Teil, wenigstens später, nach Eisig viergelappt. Auf Schnitten läßt sich schon in der Anlage ein Lumen erkennen.

Die Faltenbildung beginnt viel später als im 3. Abschnitt des Oviduktes (Fig. 10 c) und geht auch nicht sehr hoch hinauf. Nur noch einmal tritt eine frappante Ähnlichkeit mit dem 3. Abschnitt hervor, in der drüsigen Ausbuchtung des 2. Abschnittes. Die Falten erheben sich hier in ganz gleicher Weise und fast zu gleicher Höhe, erscheinen aber später. Ich sah sie zuerst bei einem 7 mm großen Tiere.

Im ersten Abschnitte des Oviduktes kommt es überhaupt nicht mehr zu dieser Art von Oberflächenvergrößerung. Wohl aber bilden größere Partien der ganzen Wand (Fig. 1 A) Falten und vergrößern so die Oberfläche. So zeigt der erste Abschnitt des Eileiters schon äußerlich Falten.

Bezüglich der Eiweißdrüse sei noch folgendes bemerkt. Wir sahen sie zuerst bei einem Tiere von etwa 2 mm. Der dort angegebene Bau hat sich im Laufe der Entwickelung nicht wesentlich geändert. Nur die Vermehrung der Follikel und die Vergrößerung der Epithelzellen derselben bedingt eine Vergrößerung des Organes. Auch im fertigen Zustande ist ein Hauptkanal mit Seitenästen zu sehen, woran sich die Drüsenfollikel befinden. Die Follikel besitzen große Epithelzellen mit großen Kernen. Dazwischen befindet sich kleinzelliges Bindegewebe in wenigen Schichten, welches die Follikel zusammenhält

und das ganze Organ ebenfalls umgiebt. Dem Bindegewebe ist reichliches Pigment beigesellt.

Es stimmt diese Darstellung mit den Angaben Semper's (14, p. 388.) Die Drüsenzellen liegen also nicht, wie Eisig es darstellt, frei in den Drüsen, sondern sind das Epithel der Drüsen, ähnlich wie im Uterus, nur haben sie sich hier nicht zu jenen Falten erhoben, sondern durch blindsackartige Bildung eine Oberflächenvergrößerung erreicht.

Soll ich schließlich am Ende der morphologischen Untersuchung noch einige allgemeine Betrachtungen anstellen, so kann das nur mit großer Vorsicht geschehen.

Brock ist wohl der einzige, der bis jetzt aus ontogenetischen Gründen an einem engeren phylogenetischen Zusammenhange der beiden Pulmonatenabteilungen gezweifelt hat. Die Begründung seines Zweifels besteht wesentlich in der Auffindung des „männlichen Ganges“ bei den Stylommatophoren, eine Beobachtung, die nach Semper falsch ist. Eisig's richtige Beobachtung betreffs des vas deferens hat Brock ohne eigene Untersuchung an den Basommatophoren, wie ich schon eingangs erwähnte, in einer Weise gedeutet, die meine Beobachtungen nicht bestätigen, denn ich kann wie Eisig nur eine Anlage des vas deferens finden, nicht aber ein später verschwindendes Rudiment.

Rouzaud auf der andern Seite behauptet, daß der Penis eine migration ontogénique vollzieht. Danach aber muß der Penis wie bei den Stylommatophoren auf dem bourgeon primitif entstehen. Dies hat Rouzaud aber eingestandnermaßen nicht gesehen. So bleibt seine Behauptung nur eine Vermutung.

Demnach bleibt bestehen, daß bei den Stylommatophoren der Penis ein Divertikel des primitiven Geschlechtsganges ist, nach Rouzaud's und Brock's unzweifelhaften Beobachtungen, daß aber bei den Lymnäen der Penis sich selbständig anlegt, wie Eisig's und meine Beobachtung ergeben.

Wenn nun der engere phylogenetische Zusammenhang der beiden Pulmonatenabteilungen ontogenetisch betreffs des Genitalapparates begründet werden soll, so muß Rouzaud's migration ontogénique thatsächlich beobachtet werden.

Da nun aber viele andere Gründe für einen engeren phylogenetischen Zusammenhang der beiden Pulmonatenabteilungen sprechen, und die Entstehung des vas deferens bei den Basommatophoren wohl der schwierigste Punkt der Untersuchung ist, wobei ein Irrtum leicht möglich ist, so dürfte die bis jetzt nachgewiesene

Differenz noch nicht genügen, die bestehenden phylogenetischen Anschauungen für falsch zu erklären. Sollten allerdings die Planorben und Auriculiden auch eine selbständige Anlage des Penis zeigen, so wäre schon ein genügender Grund des Zweifels vorhanden.

Schließlich mögen hier noch einige biologische Bemerkungen Platz finden. Bei KEFERSTEIN (l. c. p. 226) finde ich als gewöhnliche Begattungsart für Lymnaeus die bekannte, sagen wir kurz, einseitige Begattung, entweder nur von zwei Individuen ausgeführt, von denen das untere als Weibchen fungiert, oder von mehreren eine Kette bildend. Hierbei fungiert das erste nur als Weibchen, das letzte nur als Männchen, die mittleren zugleich als Weibchen und als Männchen. Indes die Begattung ist auch hier eine einseitige, da das begattende Individuum nicht von dem Begatteten gleichzeitig begattet wird, sondern von einem dritten Individuum. Zur gegenseitigen Begattung kann er nur die sehr seltene, von KARSCH beobachtete Begattung rechnen, wobei das begattete untere Individuum seinen Penis nach oben streckend auch das obere Individuum befruchtet. Diese Art des Coitus kann natürlich nur von zwei Individuen ausgeführt werden. Sie ist außerdem eine gezwungene Art und wird wohl öfter durch die von mir beobachtete ersetzt. Zwei Individuen legen sich nämlich mit ihrem Fuße resp. Gehäuse so aneinander, daß die beiden rechten Körperseiten aneinander zu liegen kommen. Dann ist eine gegenseitige Begattung und Befruchtung viel leichter. Ich habe dies bei Lymnaeus stagnalis zweimal im Freien und einmal in der Gefangenschaft beobachtet.

Eine andere Beobachtung betrifft die Eiablage. PLATNER (11) hat wie schon KEFERSTEIN Helix in der Gefangenschaft nie zum Legen gebracht; abgesehen 2 Stunden bis einen Tag nach dem Einfangen, was hier natürlich nicht in Betracht kommt. Vielmehr fand er die Zwitterdrüse immer „schollig zerfallen". Ich habe lange Zeit dieselben Resultate erhalten, trotzdem ich den Tieren die beste Pflege zu teil werden ließ. Endlich suchte ich die Bedingungen so natürlich wie möglich zu stellen. Ich stellte einen nur mit Gaze bedeckten Holzrahmen im Garten auf und lockerte die Erde darunter. Natürlich sorgte ich für das nötige Futter, für Schatten und durch tägliches Besprengen für die nötige Feuchtigkeit. Nach kaum 14 Tagen begann eine nach der anderen (Helix pomatia, nemoralis, hortensis u. s. w.) mit großer Leichtigkeit die bekannten Gruben zu bohren und Eier zu legen. Die

Eiablage dauerte fort bis es zu frieren anfing, und ich bekam Hunderte von Eiern.

Daß ich von L. ovatus Eier bis im Dezember fand und im Februar andere Individuen im Aquarium legten, habe ich schon oben erwähnt. Ich kam daher zu der Ansicht, daß die Eiablage nur insoweit an die Jahreszeit gebunden ist, als im Winter nur die Kälte und somit der Mangel am nötigen Futter diese verhindert. Ich richtete mir daher im Februar ein Terrarium ein, versah es mit der nötigen Erde und dem nötigen Futter und setzte Helix pomatia und hortensis hinein. Dieselben hatte ich nach dem Vorgange Yung's (12) durch Einlegen in Wasser künstlich gezwungen, ihren Deckel abzuwerfen und aus dem Gehäuse hervorzukommen, teilweise aber veranlaßte ich sie durch die Stubenwärme dazu. Die Tiere waren im ganzen sehr träge. Der Kohl, der in dem Glaskasten frische Blätter trieb und jedenfalls ganz weich war, schien ihnen wenig zu behagen, während sie ihn im Sommer mit Gier fraßen. Ich sah sie mehrmals (H. pomatia) coitieren, aber bis zur warmen Jahreszeit, wo die Tiere auch im Freien aus der Erde krochen, habe ich keine Eiablage erzielt und brach daher den Versuch ab.

Zusammenfassung.

1. Der Genitalapparat der Pulmonaten legt sich vor dem Auskriechen des Embryos an. So berichten auch Brock und Rouzaud.

2. Der Penis legt sich bei den Lymnäen selbständig am hinteren Rande des Tentakels an, und zwar als eine ektodermale, hohle Einstülpung, nicht solide, wie es Eisig angiebt.

3. Eine migration ontogénique des Penis, wie sie Rouzaud annimmt, findet bei Lymnaeus nicht statt. Ob bei anderen Basommatophoren der Penis als ein Divertikel des weiblichen Ausführganges zu betrachten ist, müssen erst weitere Untersuchungen ergeben.

4. Der Uterus und die Prostata legt sich bei den Basommatophoren, wie schon Eisig angiebt, ebenfalls besonders an, und zwar hohl und wahrscheinlich mesodermal.

5. Der cylindrische Teil des vas deferens stellt bei den Basommatophoren eine sekundäre Verbindung des Penis mit dem Uterus- und Prostatateile her. Die Anlage zeigt die charakteristische Lage und Biegung des definitiven vas deferens. Es existiert bei den Basommatophoren kein rudimentärer „männlicher Gang" im Sinne Brock's. Ob die Anlage als ein Divertikel des Penis an-

zusehen ist, wie Eisig und Brock angeben, erscheint zweifelhaft. Ebensowenig läßt sie sich bei der selbständigen Anlage des Penis als ein Spaltstück (bourgeon primitif im Sinne Rouzaud's) darstellen. Vielleicht ist sie eine ektodermale Einstülpung, von der weiblichen Geschlechtsöffnung ausgehend, oder eine rinnenartige Einstülpung des Ektoderms zwischen den beiden Geschlechtsöffnungen.

6. Die Zwitterdrüse hat eine selbständige mesodermale Anlage. So berichten auch Eisig und Brock. Rouzaud nimmt eine ektodermale Anlage an.

7. Der Zwittergang nimmt bei den Basommatophoren zum Teil seine Entstehung von der Zwitterdrüse aus, zum Teil von dem mittleren Teile der Anlage. So berichtet auch Brock. Eisig läßt ihn nur von der Zwitterdrüse aus entstehen.

8. Uterus und Prostata trennen sich frühzeitig durch Einwachsen einer Falte in den gemeinsamen Gang. Ähnliches berichten alle Autoren.

9. Durch eine weitere dorsale Faltung in der Prostata entsteht der birnenförmige Körper. Dies hat Eisig noch nicht dargelegt.

10. Durch nochmaliges Spalten des Uterus entsteht das receptaculum seminis. Ahnliches berichten Rouzaud und Brock (mit der Berichtigung von Semper). Eisig erwähnt das Organ nicht.

11. Durch ähnliche Faltung wie in der Prostata entsteht der kleine Schlauch am proximalen Teile der Penisanlage. Eisig hat dies nicht näher ausgeführt.

12. Die Eiweißdrüse entsteht als eine Ausstülpung des Oviduktes. Ähnlich berichten Rouzaud und Brock. Eisig hat sie wohl nicht gesehen.

13. Die Falten im Uterus treten sehr frühzeitig auf. Die Drüsenzellen daselbst sind bei den Basommatophoren nur Epithelzellen. Nicht so berichtet Eisig.

14. Die Drüsenzellen der Prostata sind bei den Basommatophoren keine Epithelzellen, wie Eisig sagt; das Epithel besteht neben ihnen fort. Die Anordnung der Drüsenzellen ist eine andere als im Uterus.

15. Die Drüsenzellen der Eiweißdrüse sind bei den Basommatophoren ebenfalls Epithelzellen. Sie liegen nicht frei in den Follikeln, wie Semper annimmt. Sie stehen mit einem Ausführgang in Verbindung.

16. Im receptaculum treten ähnliche Falten wie im Uterus auf, nur im schwächeren Maßstabe.

17. Der kleine Schlauch ist vom Begattungsorgan peripherisch getrennt und kann ganz umgestülpt werden. Nicht so nach Eisig's Darstellung.

18. Das endgültige receptaculum seminis ist bei L. ovatus nur der erweiterte untere Teil der Anlage; der proximale Teil oblitteriert.

19. Die „gegenseitige" Begattung erfolgt auch durch Nebeneinanderlegen zweier Individuen.

20. Helix legt auch in der Gefangenschaft Eier.

21. Die Eiablage kann bei Lymnaeus auch im Winter erfolgen.

Zum Schlusse spreche ich noch dem Herrn Prof. E. Haeckel und Herrn Prof. A. Lang meinen verbindlichsten Dank aus für die freundliche Unterstützung, welche sie mir während meiner Arbeit zu teil werden ließen.

Litteraturnachweis.

1. J. Brock: Die Entwickelungsgeschichte des Geschlechtsapparates der stylommatophoren Pulmonaten nebst Bemerkung über die Anatomie und Entwickelungsgeschichte einiger anderer Organsysteme. Zeitschr. für wissensch. Zool. Bd. 44. Heft 3.
2. H. Rouzaud: Recherches sur le développement des organes génitaux des quelques gastéropodes hermaphrodites. Thèse prés. à la faculté sc. Paris etc. Montpellier 1885.
3. H. Eisig: Beiträge zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Geschlechtsorgane von Lymnaeus. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. XIX. 1869.
4. C. Semper: Über Brock's Ansichten über Entwickelung des Molluskengenitalsystems. Arbeiten aus dem zool.-zoot. Institut in Würzburg. Bd. 8. Heft 2. 1887.
5. W. Keferstein: Bronn, Die Klassen und Ordnungen des Tierreiches. Bd. VI. 1862—66.
6. Paasch: Über das Geschlechtssystem und die harnleitenden Organe einiger Zwitterschnecken. Archiv f. Naturgesch. 1843. I.
7. S. Clessin: Deutsche Exkursions-Mollusken-Fauna. Nürnberg 1876.
8. H. de Lacaze Duthiers: Du système nerveux des mollusques gastéropodes pulmonés aquatiques et d'un nouvel organ d'innervation. Arch. de zool. exp. T. I. Paris 1872.
9. H. v. Jhering: Vergleichende Anatomie des Nervensystems und Phylogenie der Mollusken. Leipzig 1877.
10. C. Rabl: Über die Entwickelung der Tellerschnecke. Morph. Jahrbuch. Bd. V. 1879.
11. Platner: Zur Bildung der Geschlechtsprodukte bei den Pulmonaten. Arch. f. mikr. Anat. XXVI. 1886.
12. E. Yung: Contributions à l'histoire physiologique de l'escargot (Helix pomatia). Bruxelles 1887.
13. C. Rabl: Die Ontogenie der Süßwasser-Pulmonaten. Jenaische Zeitschr. f. Naturw. 1875.
14. C. Semper: Beiträge zur Anatomie und Physiologie der Pulmonaten. Zeitschr. f. wissensch. Zool. Bd. VIII. 1857.

Erklärung der Abbildungen.

Die Figuren sind, mit Ausnahme von 1 A, B und C, 3 und 16, so weit als möglich mit dem ABBE'schen Zeichenapparat gezeichnet und den Schnitten spiegelbildlich ähnlich. Figur 1 A, B, C sind mit unwesentlichen Abänderungen nach EISIG (3) entworfen und beziehen sich auf Lymnaeus auricularis. Die Fig. 2—17 beziehen sich auf Lymnaeus ovatus. Die Bezeichnungen sind überall gleich. Die in Klammern stehenden Zahlen beziehen sich auf die Vergrößerung.

A Athemhöhle.
a, f, d Bindegewebszellen in Fig. 1 C.
b Längsmuskel.
bg Bindegewebskern.
bgg Begattungsglied.
c Ringmuskeln.
cgd rechtes Cerebralganglion.
ct Cuticula.
D Darm.
dh Zwittergang.
dva Lage der Dorsoventralachse des Körpers.
dz Kern der Drüsenzellen.
e Epithel.
fl Follikel der Eiweißdrüse.
fr freier Raum zwischen dem kleinen Schlauche und dem Begattungsgliede.
gal Eiweißdrüse.
gs großer Schlauch.
h Kern der Hülle der Zwitterdrüse.
hg Ausführgang der Eiweißdrüse.
hz Herz.
ks kleiner Schlauch.
ll Leberlappen.
lm Längsmuskel.
mh Mundhöhle.
n Niere.
oe Oesophagus.
od[1] *od*[2] *od*[3] die drei Abschnitte des Oviduktes.
p Penis.
pa Penispapille.
pg Pedalganglion.
pgz Pigmentzelle.
pl Penislumen.
pö Penisöffnung.
pr Prostata.
prl Lumen der Prostata.
prm Kern der primitiven Längsmuskelfaser.
rm Ringmuskel.
rs und *rs*[2] Stelle, an der in späteren Stadien das receptaculum seminis sich mit seinem distalen (*rs*) resp. proximalen (*rs*[2]) Teile befindet.
t Tentakel.
tn Nervenmasse im Tentakel.
ul Uteruslumen.
ut Uterus.
utf Uterusfalte.
vb Anlage des Tentakelnerven.
vd vas deferens.
vg Vagina.
zd Zwitterdrüse.
zg Zwittergang.

Fig. 1 A. Der Geschlechtsapparat vom erwachsenen Lymnaeus auricularis nach EISIG (3).

Fig. 1 B. Der große Schlauch der Länge nach aufgeschnitten.

Fig. 1 C. Längsschnitt durch das vas deferens desselben Tieres.

Fig. 2. Querschnitt durch einen Embryo von etwa 0,7 mm Länge, um die Anlage des Tentakelnerven zu zeigen.

Fig. 3. Querschnitt durch einen etwas älteren Embryo, um die Penisanlage zu zeigen.

Fig. 4. Anlage der Zwitterdrüse von einem 0,8 mm großen Embryo.

Fig. 5. Querschnitt durch den proximalen Teil des großen Schlauches eines 2 mm großen Embryo.

Fig. 6. Querschnitt durch den proximalen Teil der Penisanlage eines etwa gleich großen Embryo, um die Bildung des kleinen Schlauches zu zeigen.

Fig. 7. Querschnitt durch den distalen Teil des Uterus und der Prostataanlage unmittelbar nach ihrer Trennung, um die Gleichheit der Spaltstücke zu zeigen.

Fig. 8. Anlage der Eiweißdrüse von einem etwa 2,5 mm großen Embryo.

Fig. 9. Querschnitt durch die Prostata desselben Tieres, um die Faltung im birnförmigen Teile zu zeigen.

Fig. 10 a. Querschnitt durch einen Embryo von 3,5 mm Länge. Die Uterusanlage ist zum Teil im Längsschnitte getroffen, sie zeigt die Anlage der Falten.

Fig. 10 b. Einige Falten der vorigen Figur stärker vergrößert.

Fig. 10 c. Querschnitt durch Uterus und Prostata an einem 7 mm großen Tiere, etwa an der Stelle, die in Figur 1 A mit *ab* bezeichnet ist.

Fig. 11. Ein Teil einer Falte des dritten Abschnitts des Oviduktes von einem 15 mm großen Tiere.

Fig. 12. Querschnitt durch den birnförmigen Teil der Prostata desselben Tieres. Die Figuren zeigen die innere Epithelschicht (*e*), die großen Kerne (*dz*) der Drüsenzellen (die Zellgrenzen der Drüsenzellen sind kaum zu sehen) und das netzartig verzweigte, stark pigmentierte Bindegewebe. a bei schwacher Vergrößerung, b ein Teil davon stärker vergrößert.

Fig. 13. Faltenanlage am obern Teile des receptaculum seminis.

Fig. 14. Querschnitt durch den distalen Teil des vas deferens eines erwachsenen Tieres, um die Anordnung der Drüsenzellen zur Muskulatur zu zeigen.

Fig. 15. Querschnitt durch den kleinen Schlauch desselben Tieres.

Fig. 16. Schema des Penis beim erwachsenen Tiere, um das Verhältnis des Begattungsgliedes zu dem großen und kleinen Schlauche und dem vas deferens zu zeigen. Die Epithelien sind nur mit einer Linie angedeutet. Die Papille ist der Einfachheit halber weggelassen.

Fig. 17. Teile einiger Falten aus dem 3. Abschnitt des Uterus bei einem 7 mm großen Tiere.

Beiträge zur Anatomie und Ontogenie der Nematoden.

Von

N. A. Cobb.

Hierzu Tafel III—V.

Im März des laufenden Jahres bot sich mir durch die Güte der Herren Doktoren LANG und KÜKENTHAL die Gelegenheit, eine Anzahl parasitischer Nematoden zu untersuchen, die Dr. KÜKENTHAL in Thieren des nördlichen Eismeers gefunden hatte. Ich nahm diese Gelegenheit um so lieber wahr, als ich mich bis zu dieser Zeit mit Nematoden fast noch nicht bekannt gemacht hatte.

Um mir ein genaueres Bild von Bau und Lebensweise dieser Tiere zu verschaffen, sammelte und untersuchte ich noch andere, teils parasitische, teils freilebende Arten. Mit freilebenden Nematoden kann man sich bekanntlich kaum beschäftigen, ohne neue Arten zu finden, wie dies denn auch mir vergönnt war.

Ich gebe im Folgenden eine kurze Beschreibung dieser neuen Arten und ihre Abbildung auf den beigegebenen Tafeln.

Endlich sei es mir noch an dieser Stelle gestattet, meinem Danke Ausdruck zu verleihen, den ich meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Prof. Dr. E. HAECKEL, schuldig bin für sein Interesse, welches er dieser Arbeit entgegenbrachte, und für die Erlaubnis der freien Benutzung der Bibliothek und der sonstigen Hilfsmittel des hiesigen zoologischen Instituts. Ebenso sage ich Herrn Professor LANG, der mich ebenfalls bei dieser Arbeit wiederholt durch seinen Rat unterstützte, hierfür meinen besten Dank.

Methoden der Untersuchung.

Von den verschiedenen bei der Untersuchung in Anwendung gebrachten Methoden lieferte die Zerlegung unter dem Präpariermikroskop die lehrreichsten Resultate. Die Figuren 5 und 7 sind nach solchen Präparaten gezeichnet. Ich bediente mich bei dieser Präparation fast ausschließlich einer Nadel und eines kleinen Messers von etwa 1 mm Breite. Man schneidet das Tier am besten längs der Seitenfelder auf, weil hier alle Eingeweide etwas von der Leibeswand abstehen, um den Längswülsten Platz zu machen. Bei der Untersuchung des Zentralnervensystems der größeren Arten verfuhr ich folgendermaßen. Ich nahm ein Stück des Vorderkörpers von ungefähr einem halben Centimeter Länge und zerlegte dasselbe in zwei Hälften mittelst eines Längsschnittes, und zwar in einigen Fällen so, daß ich laterale, in anderen so, daß ich dorsale und ventrale Hälften erhielt. Nach Entfernung des Oesophagus wurden die Stücke gefärbt und in Kanadabalsam eingebettet studiert.

Bei den kleinen freilebenden Arten war eine Zerlegung unmöglich, sie wurden entweder lebendig oder gleich nach Behandlung mit 1 % Überosmiumsäure untersucht. Nach Behandlung mit Überosmiumsäure wurden die Präparate immer nach 5 bis 6 Stunden wertlos, am deutlichsten trat das Nervensystem etwa 2 bis 3 Stunden nach der Fixierung hervor. Als sehr nützlich, in gewissen Fällen selbst nötig, erwies sich ein Kompressorium, wie z. B. beim Studium der Verhältnisse der Organe in der Bauch- oder Rückenlage. Anstatt eines Kompressoriums wurde folgende Behandlung oft mit gutem Erfolg angewendet. Ein Objektträger mit einem Tröpfchen Wasser, in welchem sich der Wurm befindet, wird auf den Objekttisch des Mikroskopes gelegt. Zu beiden Seiten des Tropfens kommen zwei dünne Haare und darüber ein großes Deckglas. Wenn das Wasser nicht genügend war, den Raum zwischen Objektträger und Deckglas zu erfüllen, konnte man durch Druck auf das Deckglas das Tierchen zwischen die beiden Gläser klemmen und durch Verschiebung des Deckglases die Lage desselben bequem verändern.

Bei großen Nematoden ist die Anfertigung von guten Schnitten nicht leicht, da nach Einbettung in Paraffin das Objekt immer sehr hart wird und sich deshalb schlecht schneiden läßt. Nach einigen Experimenten fand ich, daß es ganz unmöglich ist, in der gewöhnlichen Weise gute Schnitte zu erhalten. Unter Beobach-

tung gewisser Vorsichtsmaßregeln erhält man jedoch sehr schöne, lückenlose Serien. Das Messer, welches ich dazu benutzte, ist ein gewöhnliches Rasirmesser nach altem Modell (nicht sehr konkav), nur 2 cm breit und am Rücken 6 mm dick. Das Messer stellte ich senkrecht zur Bahn des Mikrotoms und schnitt so schnell als möglich. Auf diese Weise erhielt ich Bänder, die aus lückenlosen Reihen von Schnitten bestehen. Außerdem klemmte ich das Objekt sehr dicht an die Befestigungsstelle des Messers, es war nie weiter als 5 cm davon entfernt. Neben allen diesen Vorsichtsmaßregeln muß man das Messer sehr oft schleifen. Das Mikrotom selbst war nach SCHANZ'schem Modell konstruiert.

Die Schnitte wurden fast ausschließlich nach der SCHÄLLIBAUM'schen Methode behandelt; die Färbung geschieht meist nach dem Schneiden, nur hie und da wurden die Objekte in toto gefärbt. Es wurden sehr verschiedene Färbungsmittel angewandt. In manchen Fällen lieferte Doppelfärbung mit Hämatoxylin und Eosin sehr gute Resultate, ebenso Überosmiumsäure mit Hämatoxylin und Eosin. Für das Nervensystem empfiehlt sich Überosmiumsäure, für die Geschlechtsorgane Boraxkarmin, für die Cuticula Goldchlorid und Hämatoxylin mit Eosin. Ich fand, daß man bei allen Reagentien sein Ziel viel leichter erreicht, wenn man dieselben im Wärmeofen einwirken läßt, denn wo man sonst gewöhnlich 24 Stunden braucht, fand ich hier den halben bis vierten Teil der Zeit genügend.

Die Zeichnungen sind meistens mit der Camera lucida gemacht, nur die Figuren 1, 2, 4, 5, 7, 8 und 29 machen hiervon eine Ausnahme.

Bei genauerer Untersuchung der Cuticula und beim Studium der Eier hat mir die 2 mm apochromatische Immersionslinse von ZEISS sehr gute Dienste geleistet und kann ich dieselbe sehr empfehlen.

Parasitische Nematoden.

Ascaris Kükenthalii n. sp.
Fig. 1—20.

Äufsere Verhältnisse.

Die Länge des Männchens beträgt 7—9 cm, durchschnittlich 8 cm. Die größte Breite liegt ungefähr in der Mitte und beträgt 2—3 mm. Der Körper ist nach vorn verjüngt (der Kopf ist kaum $^{1}/_{8}$ mm breit), nach hinten dagegen nur sehr unbedeutend zugespitzt. Der Schwanz ist gekrümmt und mit einer deutlichen Bursa versehen. Die Papillen des Schwanzendes sind kaum mit bloßem Auge sichtbar. Die gelblich-weisse Haut (Spiritus-Exemplare) ist quer geringelt, die Ringe haben in der Körpermitte eine Breite von 30 μ. Die beiden Spicula sind etwas ungleich, das größte liegt links. Die Längslinien sind deutlich den ganzen Körper entlang ausgeprägt. Um den Mund herum stehen die drei Papillen tragenden Lippen, die obere Lippe trägt in der Mitte ein Paar symmetrisch angeordnete Papillen. Jede Seitenlippe trägt, wie es scheint, 3 Papillen, eine obere mit 6—7 kleinen Zähnchen, eine untere, auf welcher sich keine Zähnchen konstatieren ließen, und ungefähr in der Mitte der inneren Seite eine dritte von sehr kleinen Dimensionen. Bei der Besprechung des Nervensystems werde ich auf diese Papillen noch weiter zurückkommen. Außerdem habe ich auf jeder Seitenlippe ein schiefes Gebilde beobachtet, dessen Struktur ich nicht weiter untersucht habe (siehe Fig. 11).

Die Papillen des Schwanzendes sind in Figur 3 dargestellt. Es befinden sich jederseits ungefähr 100, welche in 2 unregelmäßigen Reihen, die sich 1 cm weit nach vorne erstrecken, angeordnet sind.

Die Länge des Weibchens beträgt 8—10, durchschnittlich 9 cm, die größte Breite 2,5 mm. Vorn ist das Weibchen dem Männchen vollständig ähnlich. Nach hinten ist es kaum verjüngt, jedoch variiert hier die Gestalt je nach der Lage der inneren Geschlechtsorgane, die bald mehr nach vorn, bald mehr nach hinten liegen. Die nicht sehr beträchtliche Vulva liegt vor der Körpermitte, $^{6}/_{11}$ der Körperlänge nach vorn gerückt. Farbe, Haut, Längslinien und Mund sind wie beim Männchen beschaffen.

Der Darm.

Der Darm zerfällt in drei Teile, — Oesophagus, Magendarm und Afterdarm.

Der Oesophagus zerfällt wieder in zwei voneinander sehr verschiedene Teile. Der nach vorn liegende, längere und steifere Saugteil hat die Gestalt eines länglichen, abgestutzten Kegels, dessen Basis nach hinten gerichtet ist. Dieser Saugteil ist 5 mm lang, an seiner bulbustragenden Basis kaum 1 mm breit, weiß, glatt und durch zarte Muskelfasern an der Leibeswand in der Nähe der Längslinien angeheftet. Diese Muskeln sind jedenfalls Antagonisten derjenigen Fasern, durch welche der hintere Teil des Oesophagus an der Leibeswand befestigt wird, und welche durch ihre Kontraktion den Oesophagus nach hinten ziehen. Querschnitte durch diesen vorderen Teil zeigen das bekannte Bild: ein horniger Ring und ein dreieckiges, konzentrisches Lumen fassen einen Zwischenraum zwischen sich, der mit radiären Muskeln und anderen Elementen erfüllt ist, zwischen den Muskelfasern liegen hie und da Kerne. Das obere Drittel ist ausgezeichnet durch ein ovales Lumen, in welchem ein drüsenartiges Gebilde liegt, welches wir weiter unten als Speicheldrüse zu erklären suchen werden. Zuweilen glaubte ich Nervenelemente in diesem vorderen Teil des Oesophagus zu sehen, ohne jedoch über ihren Zusammenhang ins klare zu kommen. Der nach hinten liegende, viel schwächere, biegsame, gewöhnlich S-förmige Teil dient als Zwischenstück zwischen dem vorderen Teil und dem wahren Magendarm. Er ist nicht muskulös, enthält in seinen dünnen Wänden viele Kerne und ist lang genug ($2-2^1/_2$ mm), um eine ausgiebige Bewegung des vorderen Saugteiles zu erlauben. Ob er weitere Funktionen besitzt, läßt sich nicht mit Bestimmtheit behaupten. Vielleicht dient er auch als Klappenvorrichtung, indem er einerseits wegen seiner Schwäche dem Saugdruck des vorderen Teiles nicht Widerstand leistet und andererseits durch die zurückziehenden Muskeln gegen den Druck des Mageninhaltes geschlossen wird. Die Länge des ganzen Oesophagus beträgt $^1/_{12}-^1/_{18}$ der Totallänge des Körpers.

Der Magendarm hat die für die Nematoden charakteristische Gestalt und reicht vom Oesophagus bis kurz vor den After. Mittelst eines Messers in der Längsrichtung aufgeschlitzt, zeigen sich als innere Auskleidung 3 Reihen von etwa V-förmigen, drüsenartigen Gebilden, welche mit dem Scheitel ihres Winkels nach hinten gekehrt, in das Lumen des Darmes hineinragen. Ein Blick

auf Fig. 6 läßt alle diese Verhältnisse deutlich erkennen und zeigt zugleich, daß jeder Querschnitt entweder 3 oder 6 hineinragende Gruppen von Drüsenzellen zur Ansicht bringen muß. Jede Zelle einer solchen Gruppe hat etwa die Gestalt eines Prismas und enthält außer 2 Gruppen granulierten, plasmatischen Inhalts einen deutlichen Kern mit Nucleolus. Die letztgenannten Bestandteile haben wir als die aktiven Elemente des Magendarms zu betrachten. Wahrscheinlich gehen die verdauten Stoffe durch Osmose durch die Partieen der Magenwand hindurch, welche zwischen den V-förmigen Gebilden liegen, um dann in die Leibeshöhle einzudringen. Die innere Fläche des Magendarms wird von der bekannten Stäbchenschicht ausgekleidet. Die Stäbchen zeigen bei unserem Wurm eine Höhe von 5—12 μ und sind nicht untereinander verwachsen. Unterhalb der Stäbchenschicht liegt eine nicht ganz homogene Membran, dieselbe besitzt eine Dicke von 1 μ und ist deshalb in meinen Präparaten sehr deutlich zu sehen, weil sie stets ungefärbt blieb. Sie ist jedenfalls als Basalmembran der Stäbchenschicht anzusehen. Unterhalb dieser Membran kommt noch eine ebenso dünne Schicht zu liegen, welche oft faserig differenziert erscheint (Fig. 17). Die äußere Bekleidung des Magendarms wird von einer ziemlich homogenen Membran von 3,5 μ Dicke gebildet. Beim Männchen verschmälert sich der Darm nach hinten zu, um Platz für vier große Längsmuskeln frei zu lassen (Fig. 5 und 7), und wird zu einem in der Längsachse des Körpers liegenden Tubus von kaum $^1/_4$ mm Durchmesser ausgezogen, außer dieser Verengerung zeigt der Darm an dieser Stelle keine weitere Veränderung. Diese verengerte Stelle des Darms beginnt etwa 1,5 cm vor dem Hinterende des Körpers, um sich dem After bis 4 mm zu nähern, an welcher Stelle die eben erwähnten Längsmuskeln ihr Ende erreichen. Hier wird er etwas weiter ($^3/_4$ mm), um $^1/_5$ mm in den Afterdarm überzugehen. Beim weiblichen Geschlecht fehlt die zuletzt beschriebene Verengerung. Der ganze Magendarm ist durch zarte Fäden an der Leibeswand befestigt, welches Verhalten sich beim Männchen am deutlichsten zeigt.

Der $^1/_5$ mm lange, wie bekannt, nach innen mit Chitin ausgekleidete Afterdarm ist nach vorn mit einem Ringmuskel versehen, und mündet, schief ventralwärts geneigt, beim Männchen mit den Geschlechtsorganen gemeinsam, nach außen.

Drüsige Organe.

Hinter dem Oesophagus liegen jederseits zwischen Darm und Leibeswand, etwas ventralwärts, d. h. gerade unter der Seitenlinie, zwei zarte Organe, welche 0,6 mm breit sind und sich 3 bis 4 cm weit nach hinten erstrecken (Fig. 6, 7 und 16). Es bestehen diese Gebilde aus mehreren hundert meistens polyedrischen, schlauchartigen Elementen, welche durch feine Bindegewebsfasern miteinander verbunden sind. Sie liegen ziemlich frei in der Leibeshöhle und sind nur durch sehr zarte Fäden an Darm und Leibeswand befestigt. Die einzelnen Schläuche, deren Wande aus einer Schicht epithelialer Zellen bestehen, enthalten stets 1—5 große, bläschenförmige Zellen, außerdem besitzt jeder Schlauch seinen Ausführungsgang. Die einzelnen Ausführungsgänge vereinigen sich hie und da zu gemeinsamen Röhren.

Ihrer Lage und Struktur nach repräsentieren diese Organe jedenfalls zusammengesetzte Drüsen, bei Spiritusexemplaren war es mir aber leider nicht möglich, die Reaktion ihres Inhaltes zu prüfen. Man darf aber vielleicht vermuten, daß sie in physiologischer Beziehung die hinteren Darmdrüsen der höheren Tiere vertreten. Magenbewohnende Nematoden entbehren solche drüsigen Organe selten, es ist dies jedoch bei solchen Parasiten der Fall, welche sich in Dünndarm und Leibeshöhle aufhalten. Es erklärt sich dies dadurch, daß die magenbewohnenden Parasiten die Nahrung entweder unverdaut oder doch wenigstens unvollkommen verdaut erhalten und daher die übrige Verarbeitung der Nahrung selber besorgen müssen. Ob die Lage dieser Organe gegen diese Deutung spricht, erscheint mir nicht ganz ohne Zweifel.

Exkretionsorgan.

Dieses Organ wurde in derselben Form, in der ich es hier beobachten konnte, schon mehrfach von Mehlis, Siebold, Schneider u. a. beschrieben. Wie aus den Abbildungen zu ersehen (Figur 4 und 7), liegt es auf der linken Seite in Zusammenhang mit der betreffenden Seitenlinie und mündet mittelst eines schmalen, kurzen (1 mm), freiliegenden, runden Ausführungsganges zwischen den Seitenlippen unterhalb des Mundes nach außen. Gerade hinter dem Oesophagus erweitert sich das Organ plötzlich zu einem bandförmigen Teil von 2 mm Breite, erstreckt sich 2—2½ cm nach hinten, um ein wenig

hinter der Körpermitte aufzuhören. Über die Natur des Exkrets konnte ich nichts ermitteln.

Männliche Geschlechtsorgane.

Die männlichen Geschlechtsorgane sind denen von Ascaris lumbricoides nicht unähnlich. Ihre Anatomie ist so ausführlich in den beigegebenen Abbildungen wiedergegeben, daß ich sie hier nur kurz zu beschreiben brauche. Als Begattungsorgane sind die Spicula, die Bursalmuskeln und die vier Längsmuskeln zu erwähnen. Das rechte Spikulum ist das kürzere (rechts 1,7 mm, links 2,3 mm) und besitzt eine viel schwächere Muskulatur. Die Bursalmuskeln zeigen die wohlbekannten Verhältnisse. Die vier großen Längsmuskeln (Fig. 7 *dlm* u. *vlm*) bestehen aus stark entwickelten Muskelelementen der Leibeswand von der gewöhnlichen Art, die sich in solcher Weise vereinigt haben, daß man von einem dorsalen und einem ventralen Muskelpaar reden kann, jedoch sind alle vier untereinander fast gleich. Durch ihre Kontraktion treten sie noch weiter nach innen hinein und treiben, indem sie auf diese Weise einen Druck auf den Samenschlauch ausüben, die Samenzellen nach dem Ductus ejaculatorius hin. Wahrscheinlich dienen diese Muskeln auch zur Befestigung des Männchens auf dem Weibchen während der Begattung.

Die innere Partie des männlichen Geschlechtsorganes stellt einen langen, einfachen, vielgeschlungenen Schlauch dar. Derselbe ist 4—5 mal so lang als der Körper selbst und endigt blind etwas vor der Körpermitte. Von vorn nach hinten sind seine Teile die folgenden: Hoden, Samenleiter, Samenschlauch und Ductus ejaculatorius (Fig. 5 und 7).

In der 50 μ langen Erweiterung des blinden Endes des Hodens, dem Keimfache, nehmen die Keimzellen ihren Ursprung. Durch die kleine Mündungsöffnung des Keimfaches (1,5 μ breit) strömen sie in die Hodenröhre ein, teilen sich, um sich dann als längliche, radiär angeordnete Zellen um die Achsen des Hodens herum zu gruppieren (Rhachis). In dieser Stellung werden sie dann durch Wachstum allmählich nach hinten geschoben. In einer Entfernung von 8—10 cm von dem Keimfach hört die Rhachis auf, die Keimzellen runden sich ab, werden körnig und rücken während des weiteren Wachstums noch weiter nach hinten, bis sie in einer Entfernung von 20—25 cm von dem Keimfach das auf Fig. 18 dargestellte Stadium erreicht haben und zu Samenmutterzellen geworden sind. Die Samenmutterzellen sind den Nematodeneiern

so ähnlich, daß mit nur kleinen Anderungen die Nomenklatur der letzteren sich auf dieselben anwenden ließe. Außen sind sie von einer Membran umgeben, zwischen dieser und dem in der Mitte liegenden Bläschen kann man zwei histologische Bestandteile unterscheiden: 1) ein oft sehr regelmäßiges Reticulum (durch Boraxkarmin rosenrot gefärbt), und 2) dazwischenliegende, mit homogener Substanz ausgefüllte Räume. Das Bläschen trägt außer dem exzentrischen Kern noch andere Gebilde, wie Fäden, Bänder, kleine Körperchen u. s. w., die sich jedoch niemals so stark färben wie der eigentliche Kern. Hier hat mir Doppelfärbung mit Hämatoxylin und Eosin vortreffliche Dienste geleistet. Nach den Autoren sollen die Samenzellen durch Teilung aus den Samenmutterzellen entstehen, ich will dies in keiner Weise in Abrede stellen, obgleich ich es selber leider an dem mir zu Gebote stehenden Material nicht beobachten konnte, denn in meinen Spiritusexemplaren finde ich Samenmutterzellen und Samenzellen, ohne Zwischenstadien, die auf eine Teilung hinwiesen, nebeneinander. Der Unterschied zwischen Samenzellen und deren Mutterzellen ist ein ziemlich beträchtlicher. Letztere zeichnen sich aus durch ein grobes Reticulum und besitzen ein Bläschen mit großem Kern und Nebenkörperchen. Die reifen kleineren Samenzellen dagegen besitzen kein Bläschen, der Kern ist viel kleiner und die Beschaffenheit der übrigen Masse, obgleich gewöhnlich als körnig beschrieben, stellte sich als netzförmig heraus. Entweder fand ich beide Entwicklungsformen der Keimzellen im Ende des Hodens oder nur die Mutterzellen und die Samenzellen in dem Samenschlauch. Niemals habe ich dagegen Mutterzellen in dem Samenschlauch beobachtet, woher auch meine scharfe Trennung in Hoden, Samenleiter und Samenschlauch. Als Samenleiter betrachte ich denjenigen Teil des männlichen Geschlechtsapparates, welcher zwischen den großen dorsalen und ventralen Längsmuskeln der linken Seite liegt, derselbe führt in den Samenschlauch, wo sich die Samenzellen sammeln, um den Begattungsakt zu erwarten. Zwischen den einzelnen Samenzellen fand ich stets eine Masse von Material, welche sich für alle Farbstoffe stark empfänglich zeigte. Ich habe dieselbe jedoch keiner weiteren Untersuchung unterzogen.

Betrachten wir jetzt die histologische Beschaffenheit dieser Geschlechtsröhre. Die Wand der Hoden, vielleicht mit Ausnahme des Keimfaches, zeigt im wesentlichen die Verhältnisse, welche van Beneden für das Ovarium von Ascaris lumbri-

coides so ausführlich beschrieben hat. Sie besteht hauptsächlich aus einer Tunica propria und einem innern, aus langgezogenen, an beiden Enden zugespitzten, kernhaltigen Fasern gebildeten Epithel. Dieses Epithel zeigt bei dem Samenleiter gewisse Veränderungen, indem es sich stark verdickt und seine frühere regelmäßige Struktur verliert. Gerade am Anfang des Samenschlauches finden wir ein klappenähnliches Gebilde, dessen Verschluß das Rückfließen des Samens verhindern muß (Fig. 13).

Die Beschaffenheit des Samenschlauches ist von der des Hodens und Samenleiters ziemlich verschieden. Nicht nur ist der Samenschlauch viel weiter, sondern er hat auch einen viel komplizierteren histologischen Bau. Das eigentliche Hodenepithel macht einer vielfach stärkeren, nach hinten allmählich an Stärke zunehmenden Auskleidung Platz, deren Basis viele Kerne enthält, während die inneren Teile von solchen frei sind und in dem hinteren Abschnitt des Schlauches gewisse Erhebungen bilden. Dieses Epithel trägt nach hinten zu Büschel von starken Cilien, die an die Erhebungen des entsprechenden Epithels von Ascaris lumbricoides erinnern. Dort aber sind die Erhebungen verästelt und zeigen nach Schneider und Leuckart nur amöboide Bewegungen. Hier dagegen kommen Büschel von oft 30 echten Cilien vor, denen ich eine sehr aktive Bewegung zuschreiben muß, nicht nur weil sie die Beschaffenheit wahrer Cilien zeigen, sondern auch namentlich deshalb, weil sie alle mit ihren freien Enden nach hinten gerichtet sind und sich die Samenzellen durchweg zu einem zentralen Achsenstrang vereinigt finden. In dem Raum zwischen dieser axialen Zellenmasse und der Wand des Schlauches, d. h. in dem Raum, in welchem sich die Cilien bewegen, finden sich keine Samenzellen. Die einzelnen Cilienbüschel sind 30—40 μ voneinander entfernt, die Cilien besitzen eine Länge von 70 μ. Zwischen dem Epithel und der Tunica propria liegt eine aus Längs- und Querfasern bestehende Muskelschicht. Die Querfasern sind keine selbständigen Gebilde, sondern nur Fortsetzungen der Längsfasern, es finden sich auch Übergänge zwischen beiden in Gestalt von schief verlaufenden Fasern (Fig. 12). Die Tunica propria des Ductus ejaculatorius trägt eine Epithelbekleidung, welche aus schief nach hinten gerichteten Cylinderzellen besteht. Jede Zelle ist mit einem Kern versehen. Der Ductus ist mit ziemlich starken Längsmuskeln ausgestattet.

Weibliche Geschlechtsorgane.

Auch die weiblichen Geschlechtsorgane sind denen von Ascaris lumbricoides sehr ähnlich. Es findet sich eine Vagina, ein gabelförmiger Uterus, zwei Samentaschen und zwei langgestreckte, stark verschlungene Ovarien (Fig. 8). Die Vulva liegt ein wenig vor der Körpermitte. Die Vagina ist gewöhnlich so geschlungen, daß die Gabelung des immer nach vorne gerade ausgestreckten Uterus der Vulva gegenüber zu liegen kommt. Die nur einige mm langen Samentaschen lassen sich, von außen betrachtet, von den Ovarien kaum unterscheiden, sind aber, wie wir später sehen werden, sowohl histologisch als auch physiologisch von denselben sehr verschieden. Auf den ersten Blick scheinen die Ovarien ganz unregelmäßig angeordnet zu sein, dies ist jedoch nur scheinbar. Sorgfältige Zerlegung mehrerer unserer Tiere hat mich belehrt, daß sich ihre Anordnung etwa folgendermaßen verhält (Fig. 8). Nach einigen Windungen in der Nähe der Samentaschen laufen sie mehr oder weniger direkt nach vorn, etwa bis 3 cm hinter das Vorderende. Dann laufen sie nach mehreren Windungen wieder ziemlich direkt nach hinten, wo sie in der Nähe des Hinterendes einen Knäuel bilden, in welchem sich stets das blinde Ende befindet. Was die Längenverhältnisse anbetrifft, so ist die Vagina etwa 1 cm lang, der Uterus 2 cm, die Samentaschen 1 cm, die Ovarien 21—26 cm, im ganzen also 25—30 cm lang, etwa das dreifache der ganzen Körperlänge.

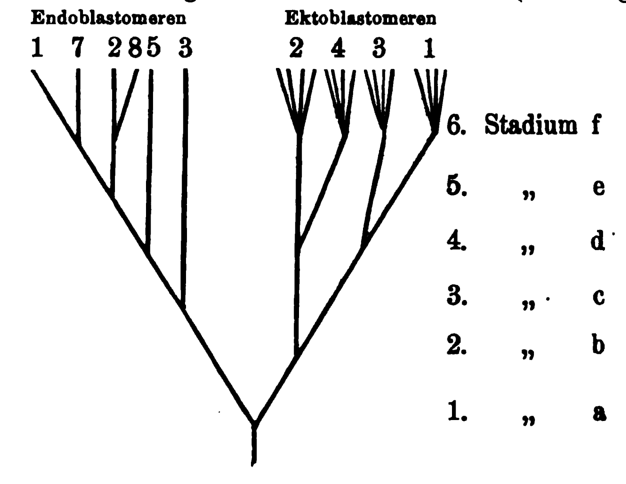
Histologisch untersucht zeigt dieser Apparat die schon beim Männchen beschriebenen Elemente, d. h. Wände, bestehend aus einer Tunica propria und dem eigentümlichen Epithel. Nur die Samentaschen machen eine Ausnahme, es kommen hier nämlich Zotten für die Anheftung der Samenzellen vor, außerdem finden sich zarte Ringmuskeln. Die mit Eiern stark erfüllten Uteri lieferten mir weniger gute Präparate. Indessen habe ich innerhalb der Tunica propria eine gut entwickelte Muskulatur konstatieren können, dieselbe besteht aus zu Bändern vereinigten Querfasern. Die dickwandige Vagina ist mit einer starken Ringmuskulatur versehen.

Die Eier sind zuerst als Kern in dem Keimfach zu sehen, bald darauf werden sie mit Protoplasma umgeben und zuletzt wird endlich das Ganze mit einer Zellhaut umhüllt. Das Chromatin wird meist sehr frühzeitig wandständig, meist in 3—6 Massen. Drei mm von dem blinden Ende entfernt gruppieren sich die Eier um die Rha-

chis herum, werden länglich oder birnförmig und nehmen an Größe allmählich zu, bis sie, wenn sie die Rhachis verlassen (20—25 cm von dem blinden Ende) einen Durchmesser von 45 μ erreicht haben. Befruchtungs- und Reifeerscheinungen finden in den Samentaschen und dem oberen Ende des Uterus statt. Leider war die Konservierung meines Materials nicht genügend, so daß ich das Studium der letztgenannten Erscheinungen aufgeben mußte. Einige Male bemerkte ich die Kernteilung der Reifungserscheinungen (figures ypsiliformes, VAN BENEDEN), sie waren jedoch so schlecht erhalten, daß ich zu keinem sicheren Urteil gelangen konnte.

Die Furchung der Eier bis zur Progastrula findet in dem Uterus statt. Auch für diese Stadien war das Material nicht befriedigend erhalten. Nach einiger Mühe habe ich jedoch die Embryogenie bis zur Eiablage bis zu einem gewissen Grade der Wahrscheinlichkeit feststellen können (Fig. 10 und 15).

Wie bei allen der bis jetzt hierauf untersuchten Nematoden, so ist auch hier die erste Teilung eine äquatoriale, was jedoch bei unserem Wurm auffällt, ist die Ungleichheit der beiden Teilungsprodukte. Die eine Zelle, das erste Ektoblastomer, ist sehr viel kleiner als die andere, das primäre Endoblastomer; als Folge dieser Ungleichheit resultiert eine eigentümliche Progastrula, die wir bald betrachten werden. Die erste Teilung des Ek^1 ist meridional, die zweite (ek^1 und ek^3) äquatoreal. Die beiden ersten Teilungen des En^1 sind äquatoreal, worauf eine meridionale folgt (Fig. 10 d). Die weitere chronologische Aufeinanderfolge der Teilungen ist aus dem folgenden Schema ersichtlich: (Siehe Figur 10).



Da ich keine lebendigen Eier zur Verfügung hatte und deshalb der Furchung nicht Schritt für Schritt folgen konnte, kann ich nicht mit voller Bestimmtheit behaupten, ob alle in diesem Schema als gleichzeitig dargestellte Teilungen auch wirklich genau gleichzeitig waren, der Hauptsache nach dürfte es aber richtig sein.

Was die Entstehung der Blastomeren anbetrifft, so stimmen alle meine Resultate, wie ersichtlich, mit den Untersuchungen Götte's über die Embryologie von Rhabditis nigrovenosa und denen von Hallez über eine Anzahl parasitischer und freilebender Nematoden ziemlich überein. Bei Rhabditis nigrovenosa teilen sich jedoch die beiden durch äquatoreale Teilung entstehenden Abkömmlinge des primären Endoblastomers zunächst in der Längsrichtung, während bei Ascaris Kükenthalii drei solche durch äquatoreale Teilung entstehende Abkömmlinge vorhanden sind, ehe eine meridionale Teilung stattfindet und dann teilt sich zunächst nur das En^1. Außerdem teilt sich das erste kleine Ek^1 gleich in der Längsrichtung. Am auffallendsten ist jedoch die Ungleichheit der beiden primären Blastomeren (Fig. 10 a). Diese Inäqualität bleibt in allen späteren Stadien und veranlaßt die Bildung der in Fig. 15 dargestellten eigentümlichen Progastrula. Ohne den Verlauf der Furchung verfolgt zu haben, würde man schwerlich die sehr kleinen äußeren, zerstreuten Zellen als Ektoderm betrachten. Ich habe zwar alle Zwischenstadien zwischen Fig. 10g und Fig. 15 beobachtet, konnte aber nach Stadium 8a der Abstammung der einzelnen Zellen voneinander nicht mehr genau folgen und habe daher auch keine Zeichnungen dieser Zwischenstadien gegeben. Fig. 15 fand ich auf einem glücklich geführten Schnitte; ein Teil der Schale wurde weggeschnitten. Die Progastrula ist von unten gesehen. Die Zellen 1 und 2 sind die sogenannten 2 primäre Mesodermzellen. Leider war es mir unmöglich, die weitere Entwicklung zu verfolgen. Ich fand zwar gelegte Eier in dem Darm verschiedener Individuen (verschluckt), sie waren aber nicht weiter entwickelt. Die Richtungszellen habe ich für die Orientierung des Eies benutzen können, jedoch nicht weiter wie bis Stadium d.

Seitenfelder.

Die Seitenfelder oder Längslinien sind bei unserem Wurm in der gewöhnlichen Weise ausgebildet. Vom Kopf bis zum Hinter-

ende des Körpers ragen sie als zwei Wülste in das Innere des Leibes hinein. Ich fand sie jedoch nicht überall gleich stark ausgebildet. Beim Männchen sind sie in der Nähe der Bursalmuskeln immer etwas breiter als in den anderen Körperteilen. Bei beiden Geschlechtern fand ich von Stelle zu Stelle Einschnürungen der Seitenfelder, die Ursache ihres Auftretens habe ich nicht zu finden vermocht. Sie sind nicht symmetrisch angeordnet, sondern finden sich zahlreicher auf der rechten als auf der linken Seite, was jedenfalls mit der unsymmetrischen Entwicklung der Exkretionsorgane in Zusammenhang steht. Ferner sind sie in den beiden Geschlechtern etwas ungleich entwickelt, in verschiedenen Individuen desselben Geschlechts stimmen sie jedoch ziemlich genau überein. Vorne scheinen sie näher nebeneinander zu liegen als hinten, so beträgt ihr gegenseitiger Abstand in der vorderen Körperregion 3—4 mm, während sie ganz hinten 2—3 cm voneinander entfernt sind. Es fallen diese Verengerungen oder segmentalen Einschnürungen unter der Lupe leicht in die Augen wegen des segmentalen Aussehens, das sie der Seitenlinie geben. Die Kerne und der körnige Inhalt fehlen an den Einschnürungen, weshalb die letzteren immer etwas durchsichtiger aussehen; außerdem habe ich stets einige Fasern in denselben beobachtet.

Man darf vermuten, daß wir es hier mit Überresten einer früheren Organisation zu thun haben und wahrscheinlich wird eine diesbezügliche Vergleichung einer großen Anzahl von Nematoden interessante Resultate liefern.

Muskulatur.

Schon bei Besprechung der männlichen Geschlechtsorgane haben wir die Bursalmuskeln und die diesem Geschlechte eigenen 4 großen Längsmuskeln erwähnt. Es bleibt uns jetzt noch übrig, die Muskulatur der Leibeswand im allgemeinen zu besprechen. Unser Wurm gehört in die Schneider'sche Gruppe der Polymyarier. Die Muskulatur wird durch die Seitenlinie und eine Bauch- und Rückenlinie unterbrochen. Außerdem kommt noch eine Submedianlinie vor, wenigstens in der Nähe des Kopfes, die Muskulatur wird durch dieselbe aber kaum unterbrochen. Die sogenannten Muskelzellen sind in der Nähe des Kopfes am kürzesten, während sie in der Körpermitte nicht selten eine Länge von 1—1 $^1/_2$ cm erreichen. Ihre Ausläufer vereinigen sich über der Medianlinie zu Längssträngen. In den Muskelzellen lassen

sich flache, dünne Bänder, jedenfalls die kontraktilen Elemente, und außerdem eine Marksubstanz, welche einen großen Kern eingebettet enthält, erkennen. Nach außen schließt sich jede Muskelzelle unmittelbar dem Bindegewebe der Hautschicht an, nach innen dagegen sind sie mit einer Membran, dem Sarkolemma, umhüllt. Letzteres ist mir aus dünnen Schnitten bekannt geworden, dieselben wurden nach SCHÄLLIBAUM'scher Methode auf den Objektträger aufgeklebt und hierauf einer Doppelfärbung mit KLEINENBERG's Hämatoxylin und hierauf mit Eosin unterzogen, bis sie eine violette Färbung annahmen. Es zeigte sich dann das Sarkolemm und gewisse Schichten der Haut prachtvoll blau gefärbt, während alle anderen Teile Rot aufgenommen hatten.

Hautschicht.

In der Haut unseres Wurmes lassen sich wenigstens sieben verschiedene Schichten unterscheiden:

1. Zu äußerst eine Cuticula, ausgezeichnet durch starke Aufnahme von Hämatoxylin.

2. Unmittelbar darunter eine der Cuticula sehr ähnliche Subcuticularschicht.

3, 4 und 5. Sogenannte Faserschichten. Jede dieser Schichten besteht augenscheinlich aus parallelen Fasern, welche zu einer zusammenhängenden Membran vereinigt sind. Dieselben sind in der Längsrichtung der Fasern ziemlich leicht spaltbar und zwar sind die Spalten zur Längsachse geneigt. Der Neigungswinkel der Fasern der verschiedenen Schichten ist derselbe und zwar beträgt er etwa 85°. Die Neigungsrichtung von je 2 benachbarten Schichten ist jedoch eine entgegengesetzte, so daß die Flächenansicht bei schwacher Vergrößerung an die Schalen von Pleurosigma angulatum erinnert.

6. Eine sehr dünne Grenzmembran, welche zwischen diese und die nächste Schicht eingeschoben ist.

7. Die sogenannte subcutane Schicht, an welche sich unmittelbar die Muskelzellen anschließen.

Nach der gewöhnlichen Auffassung sind die Schichten 1—5 zur Cuticularschicht und 6 und 7 zur subcutanen Schicht zu rechnen.

Fassen wir jetzt jede dieser Schichten etwas näher ins Auge und zwar in umgekehrter Reihenfolge.

Die subcutane Schicht besteht aus reich verzweigten, quer verlaufenden Fasern. Nach innen, wo die Fasern weniger dicht liegen, stehen sie mit den Muskelzellen in Zusammenhang und haben in der Nähe des Muskelschlauches den größten Durchmesser (1 bis 1,2 μ); es sind jedoch die die Muskeln versorgenden Zweige viel kleiner. Nach außen geht die eigentliche Verzweigung des inneren Teiles verloren und liegen hier die Fasern parallel dicht nebeneinander. Zwischen den Fasern befindet sich eine Substanz, welcher wahrscheinlich während des Lebens eine körnige Schicht entspricht. Die Seitenfelder sind weiter nichts als Vorsprünge der subcutanen Schicht, stets fand ich in den Seitenlinien eine ziemliche Anzahl Kerne mit einem oder mehreren Kernkörperchen. Die Medianlinien, d. h. die Bauch- und Rückenlinie, sind auch, wenigstens zum Teil, Vorsprünge der subcutanen Schicht. Ferner bildet diese Schicht am Kopfende noch 4 etwas undeutliche Submedianlinien, die etwa in der Mitte zwischen Seiten- und Medianlinien liegen. Kerne habe ich, mit Ausnahme der Längslinien, in dieser Schicht nicht gesehen, es ist allerdings zu berücksichtigen, daß ich nur erwachsene Tiere untersuchen konnte.

Die sehr dünne Grenzmembran ist in meinen Präparaten durch sehr starke Hämatoxylinfärbung ausgezeichnet. Von der Fläche betrachtet zeigt dieselbe einige bemerkenswerte Eigentümlichkeiten. Zunächst bemerkt man auf Flächenpräparaten eine zarte Streifung in der Querrichtung, die wahrscheinlich von der Berührung der benachbarten Fasern der nächst äußeren Schicht herrührt. Ferner sieht man, und dies ist wichtiger, Enden oder Überreste von zerrissenen Fasern, dieselben liegen sehr schief in der Grenzmembran eingebettet und sind so angeordnet, daß sie eine unregelmäßige Streifung hervorrufen (siehe die schematische Figur 20). Nur in 2 gut gelungenen Präparaten habe ich dies sehen können. Die Membran ist übrigens nicht leicht frei zu präparieren.

Auf den ersten Blick scheinen die Faserschichten scharf voneinander getrennt zu sein, sei es, daß man sie in situ von der Fläche betrachtet oder auf dünnen Schnitten untersucht, so glaubt man sich überzeugen zu können, daß sie drei selbständige Schichten darstellen. Versucht man jedoch, sie voneinander zu trennen, so findet man einen beträchtlichen Widerstand, und nach der Trennung, welche immerhin nicht gerade schwer gelingt, findet man nie eine glatte Trennungsfläche, sondern überall mit zerrissenen Fibrillenenden bedeckte Oberflächen. Man braucht jedoch

nicht einmal eine Trennung vorzunehmen, um den kontinuierlichen Zusammenhang der Fasern der einzelnen Schichten nachzuweisen. Schon bei Flächenpräparaten, in welchen die Faserschichten in situ liegen, sieht man bei näherer Betrachtung mittelst starker Vergrößerung, wie an gewissen Stellen die parallelen Fibrillen etwas gebogen sind, als ob sie hier in die benachbarte Schicht übergingen.

Gehen wir jetzt zu den Cuticular- und Untercuticularschichten über. In diesen Schichten kommt die Ringelung der Haut zustande. Bekanntlich sind die sogenannten Ringe der Nematoden nur kürzere oder längere Bogen und keine wahren Ringe.

Bei unserem Wurm sind die Furchen, welche zwischen den Ringen liegen, meist in der Nähe der Seitenfelder unterbrochen, und stellen daher die Bogen Halbkreise dar. Das histologische Studium dieser Schichten bietet viele Schwierigkeiten dar, weil die ursprüngliche Beschaffenheit durch die Einwirkung des Magensaftes wahrscheinlich stark alteriert worden ist. Sie sind nicht homogen, sondern jede Schicht besteht ans zwei voneinander ziemlich verschiedenen Bestandteilen. Die nach außen gelegene Partie nimmt nur wenig Farbstoff an, während dagegen die innere sich stark färbt. Auf allen Längs- und Querschnitten fallen diese Verhältnisse leicht in die Augen. Bei näherer Untersuchung hat es den Anschein, als ob die Cuticularschichten eine faserige Struktur besäßen, d. h. es zeigt sich ein Lichtbrechungsvermögen, welches an Faserung oder Streifung erinnert. Besonders ist dies der Fall bei den äußeren Partien.

Auf alle diese Verhältnisse der Haut werden wir bei der Beschreibung von Ascaris bulbosa nochmals zurückzukommen haben.

Nervensystem (Fig. 14).

Die Schwierigkeiten, welche die Untersuchung des Nervensystems der Nematoden bietet, sind wohl bekannt und brauche ich daher die Unvollständigkeit meiner diesbezüglichen Untersuchungen kaum noch zu erwähnen. Meine Beschreibung wird nur das Zentralnervensystem und einige der peripheren Nervenendigungen teilweise behandeln.

N e r v e n r i n g. — Der Nervenring liegt 0,65 mm hinter dem Kopfende. Er besteht aus 40—50 Nervenfasern, die sich zu einem einheitlichen Ringe vereinigen. Der letztere wird, wie es scheint,

von einer zarten Membran umgeben und umschließt dicht den Oesophagus. Die Fasern besitzen nicht ihre ganze Länge hindurch denselben Durchmesser, sondern sind hie und da etwas angeschwollen. Sie gehen wahrscheinlich an verschiedenen Stellen in den Nerven über.

Gänglienzellen. — Ich unterscheide in dem Zentralnervensystem zwei Arten von Ganglien:

1. Große Zellen, welche einen großen, bläschenförmigen Kern enthalten und 2—3 Ausläufer aussenden. Die Kerne sind mit Kernkörperchen versehen und umschließen einen körnigen Inhalt. Diese großen Ganglienzellen haben meist einen Durchmesser von 50 μ, ihre Kerne etwa 11 μ.

2. Kleine Zellen mit meistens 2 Ausläufern und von spindelförmiger Gestalt. Sie sind etwa 10 μ lang, der Durchmesser ihrer Kerne beträgt 4 μ.

Diese beiden Arten von Zellen sind nicht regellos zerstreut, sondern finden sich zu Gruppen, den Ganglien, vereinigt.

Ganglien. — Die Ganglienzellen des Zentralnervensystems vereinigen sich in der Nähe des Nervenringes zu Ganglien. Diese Ganglien sind dem Ring sehr dicht angelagert und stehen durch Nervenfasern mit demselben in Verbindung. Außer diesen Zellen, die sich zu großen Ganglien vereinigt haben, finden sich noch andere, welche der Regel nach den Wurzeln der verschiedenen Nerven angelagert sind.

Das Zentralnervensystem findet sich in Fig. 14 dargestellt. Von dem Nervenring nach vorn laufen acht Nerven, von welchen die vier starken, die Lippen versorgenden Submediannerven vorzugsweise Sinnesnerven sind. Auch nach hinten laufen eine gleiche Anzahl von Nerven. Wie weit nach hinten die Submedian- und Seitennerven sich hier erstrecken, kann ich nicht ermitteln.

Sinnesorgane.

Als Sinnesorgane sind die Papillen der Lippen, die Halspapillen und die Papillen des männlichen Schwanzendes zu erwähnen. Die Papillen der Lippen, deren jede mit einem Nerv versorgt ist, dürfen wir als Geschmacksorgane betrachten. Ihre Struktur aber spricht nicht gegen die Vermutung, daß sie Tastorgane sind. Die Halspapillen, welche man auch für Sinnesorgane halten darf, liegen 1 mm hinter dem Kopfende, eine auf jeder Seite des Körpers. Die Papillen des männlichen Schwanzendes

sind in Fig. 3 dargestellt. In der Basis jeder Papille liegt eine Ganglienzelle, deren Stift in die Spitze der Papille hineinragt, ein Verhältnis, welches an die Sinnesorgane in den Mundwerkzeugen der Insekten erinnert.

Fundort: Magen von Beluga leucas, nördliches Eismeer.

Ascaris bulbosa, n. sp.

Fig. 29—30.

Äussere Verhältnisse.

Die Männchen erreichen eine Länge von 7 cm, jedoch fand ich geschlechtsreife Männchen, welche nicht mehr als 5 cm lang waren. Der Körper ist im wesentlichen cylindrisch, am Kopfende aber verjüngt. Der ziemlich deutlich abgesetzte Kopf ist ungefähr $^1/_3$ mm breit. Die größte Breite des Körpers beträgt $^1/_{25}$—$^1/_{30}$ der Länge. Eine Ringelung der weißen Haut ist nur mit dem Mikroskope leicht nachweisbar. Das Schwanzende ist gekrümmt, seine Papillen sind schon mit der Lupe zu sehen. Die 2—2$^1/_2$ mm langen Spicula sind fast gleich, das linke aber stets etwas länger als das rechte, und zwar im Verhältnisse von 25:23. Die männlichen Papillen sind in Fig. 30 dargestellt. Es befinden sich jederseits ungefähr 70, welche sich in zwei unregelmäßigen Reihen nach vorn erstrecken.

Die Weibchen erreichen eine Länge von 7$^1/_2$—8 cm. Sie sind aber schon geschlechtsreif bei einer Länge von 5 cm. Die hervorragende Vulva ist etwas weniger als $^3/_4$ der Körperlänge nach vorn gerückt. Die Körpergestalt ist der des Männchens ähnlich, das Schwanzende aber niemals gekrümmt. Haut und Kopf gerade wie beim Männchen.

Darm.

Der 3,3 mm lange Oesophagus zerfällt in drei Abschnitte. Der vordere, spindelförmige Abschnitt erstreckt sich von dem Mund 2 mm nach hinten mit einem größten Durchmesser von $^1/_2$ mm. Es folgt dann der zweite Abschnitt, der deutlich abgesetzte Bulbus ($^1/_3$ mm), und schließlich der hintere, 1 mm lange und $^1/_3$ mm breite Abschnitt, welcher fast cylindrisch ist. Alles,

was ich über den histologischen Bau des Oesophagus von A. Kükenthalii gesagt habe, gilt auch mit wenigen Ausnahmen für A. bulbosa. Das drüsige Gewebe des oberen Drittels ist hier viel reichlicher vorhanden als dort.

Der hintere Abschnitt des Oesophagus ist eine Strecke weit mit dem Darm verwachsen, und deshalb ist der Oesophagus nicht so beweglich als bei der vorgehenden Art. Das Vorderende des Magendarms ist als ein Blindsack über die Einmündungsstelle des Oesophagus hinaus verlängert, ein Verhältnis, welches bei Ascaris-Arten nicht selten ist und seine Existenz der schon beschriebenen Verwachsung verdankt.

Nach hinten wird der Magendarm beim Männchen verkleinert, um Platz für die Geschlechtsorgane zu machen. Die histologische Beschaffenheit ist sehr ähnlich wie bei der vorangehenden Art, so daß eine zweite Beschreibung unnötig ist.

Der Enddarm ist 0,3 mm lang und nach innen mit starken Chitinwänden versehen. An einer Stelle, $^1/_8$ seiner Länge vor dem After, findet sich die Mündung der Spiculascheide, so daß das hintere Drittel des Enddarms einen gemeinsamen Ausgang bildet.

Drüsige Organe.

Die schon für die vorangegangene Art erwähnten drüsigen Organe kommen auch bei dieser Art vor und zeigen wiederum dieselben Verhältnisse.

Exkretionsorgan.

Auch das Exkretionsorgan ist dem der A. Kükenthalii ähnlich. Es liegt auf der linken Seite im Zusammenhang mit der betreffenden Seitenlinie und mündet mittelst eines schmalen, frei liegenden, runden Ausführungsganges zwischen den Seitenlippen, unterhalb des Mundes nach außen. Hinter dem Oesophagus erweitert sich das Organ etwas plötzlich zu einem bandförmigen Teile von 1 mm Breite und 5 mm Länge; dann verschwindet es allmählich und hört, wie es scheint, gänzlich auf etwa hinter der Körpermitte. Über die Natur des Exkrets kann ich hier wiederum nichts ermitteln.

Was den histologischen Bau anbetrifft, so sieht man an Querschnitten bei starker Vergrößerung, daß der Gang nach innen aus Ringfasern und nach außen aus Längsfasern besteht. Auch

sind bei starker Vergrößerung feine radiäre Zweige des zentralen Längsganges nachzuweisen.

Männliche Geschlechtsorgane.

Ein $4^{1}/_{2}$ cm langes Männchen gab in betreff der Geschlechtsorgane folgende Verhältnisse: das linke Spiculum war 2,5 mm, das rechte 2,3 mm lang. An der Basis waren sie mit zurückziehenden Muskeln versehen und im zurückgezogenen Zustand waren beide mit Scheiden gänzlich umhüllt. Die Scheiden sind gewiß nichts anderes als Muskeln, mittelst welcher die Spicula hervorgetrieben werden. Sie münden nach hinten in dem hinteren Abschnitt des Enddarms.

Die vier langen Längsmuskeln, so charakteristisch für die vorangehende Art, kamen hier nicht vor. Allein die Hautmuskeln waren nach hinten etwas stärker entwickelt als an anderen Stellen. Die gut entwickelten, schiefen Bursalmuskeln zeigten keine besonderen Eigentümlichkeiten. Sie erstreckten sich von dem Schwanzende 4 mm nach vorn. In Abhängigkeit vom Vorkommen dieser Muskeln hatten die Querschnitte des hinteren Körperendes die wohlbekannte Form (siehe A. lumbricoides, LEUCKART, „Parasiten des Menschen“).

Das Geschlechtsrohr überschreitet 10 cm, ist also etwa zweimal so lang als der Körper selbst. Sein blindes Ende lag in der Nähe der Körpermitte. Man konnte einen Hoden, einen Samenleiter, einen Samenschlauch und einen Ductus ejaculatorius unterscheiden. Der vielgewundene Hoden besaß eine Länge von 7 cm. Nach ihm folgte der Samenleiter, hier nicht so scharf abgesetzt, wie bei der vorangehenden Art. Der $^{3}/_{4}$ cm lange Samenschlauch lag gerade hinter der Körpermitte. Sein vorderes Drittel wurde umgeschlagen und besaß einen Durchmesser von $^{3}/_{8}$ mm. Hinter dem Samenschlauch lag ein $^{1}/_{4}$ cm langer Gang, welcher die Samenzellen in den Ductus ejaculatorius einführt. Der Ductus war 4 mm lang.

Was den histologischen Bau dieses Geschlechtsrohres anbetrifft, so fand ich denselben nicht schwer zu erklären. Eine Tunica propria war überall vorhanden, und was übrig blieb, d. h. die innere Auskleidung, war, wie es schien, einfach auf ein Cylinderepithel zurückzuführen. In dem hinteren Teil des Ductus ejaculatorius sah man ein typisches Cylinderepithel, als innere Auskleidung dienend. In dem vorderen Teil waren die Zellen

dieses Epithels viel höher, aber sonst nicht verändert. In dem engen Leiter war von Grenzen zwischen den benachbarten Zellen nichts mehr zu sehen; trotzdem waren die Kerne regelmäßig vorhanden. Auch in dem Samenschlauch, in dessen hinterem Abschnitte wenigstens die schon für die vorangegangene Art erwähnten Büschel in einer schwächeren Form vorkamen, waren die Kerne vorhanden, ohne irgend einen anderen Beweis für den zelligen Bau des Gewebes. Indessen konnte man das ganze Organ nicht betrachten, ohne zu dem Schlusse zu kommen, daß die ganze innere Auskleidung, bis zu dem Hoden wenigstens, wahrscheinlich aus einem einfachen Cylinderepithel hervorgegangen sein müsse.

Dies wirft Licht auf das entsprechende, aber kompliziertere Gewebe bei A. Kükenthalii. Auch dort werden wahrscheinlich die Thatsachen ähnlich sein.

Das aus lang ausgezogenen, an beiden Enden zugespitzten, kernhaltigen Fasern gebildete Epithel des Hodens zeigte nichts Neues. Daß es denselben Ursprung hat, wie das Epithel der übrigen Teile des Geschlechtsrohrs, ist nicht unmöglich. Auf die Entscheidung dieser Frage kann lediglich das Studium der Entwickelung — welches ich nicht verfolgen konnte — Licht werfen.

Schritt für Schritt folgte die Entwickelung der Samenzellen dem Pfade, welchen wir schon für die vorgehende Ascarisart angedeutet haben.

Weibliche Geschlechtsorgane.

Hier finden sich wiederum als Bestandteile des weiblichen Geschlechtsorgans eine Vagina, ein gabelförmiger Uterus, zwei Samentaschen und zwei langgestreckte, vielfach verschlungene Ovarien.

Die Vulva ist um etwas mehr als $^{2}/_{5}$ der Körperlänge nach vorn gerückt. Die Vagina ist wohl nicht mehr als 2—3 mm lang, der Uterus dagegen, inklusive der Hörner, 15—16 mm lang bei einer Körperlänge von 4,5 cm. Die Ovarien sind mehr als zweimal so lang als der Körper. Die Samentaschen unterscheiden sich von den Ovarien nur in histologischer Beziehung.

Die Anordnung dieser verschiedenen Bestandteile läßt sich folgendermaßen beschreiben: die Vagina und der Uterus erstrecken sich ziemlich direkt nach hinten (dies gilt in allen Fällen für die Uterushörner, dagegen kann die Vagina sowohl als der vordere

einfache Abschnitt des Uterus bisweilen geschlungen sein). Was die Ovarien anbetrifft, so laufen sie, nach einigen Windungen in der Nähe der Samentaschen, mehr oder minder direkt nach vorn, wo sie zwischen der Vulva und dem Oesophagus einen Knäuel bilden, in welchem sich das blinde Ende befindet.

Die Furchung der Eier bis zu dem Progastrulastadium findet in dem Uterus statt und scheint nicht so auffallend zu sein wie bei A. Kükenthalii, jedoch habe ich dieselbe nicht genau verfolgen können.

Seitenfelder.

Die Einschnürungen der Seitenfelder fallen hier sehr leicht in das Auge. Sie sind etwas unregelmäßig angeordnet, finden sich zahlreicher auf der rechten Seite als auf der linken (wo das Exkretionsorgan liegt) und stehen nach vorn dichter nebeneinander als hinten. Das segmentierte Aussehen — durch die Einschnürungen bedingt — ist schon mit der Lupe leicht bemerkbar.

Muskulatur.

Ascaris bulbosa ist ein Polymyarier in dem gewöhnlichen Sinne des Wortes. Submedianlinien sind nicht vorhanden oder nur in kleinen Spuren am Kopfende nachweisbar.

Hautschicht.

Alle Elemente der Hautschicht, welche wir bei A. Kükenthalii angetroffen haben, sind auch bei dieser Art vorhanden. Ein Unterschied existiert in dem Vorkommen von Kernen in allen Teilen der Schicht 7 (Subcutanschicht).

In dem Material, welches ich zur Untersuchung erhielt, fand sich eine Anzahl dieser Würmer in der Häutung begriffen, und deshalb nahm ich diese Gelegenheit wahr, diese Erscheinung zu studieren. Bei der Häutung gehen sämtliche Schichten bis 6 verloren. Zur Zeit der Abstreifung hat sich die Schicht 6 mehrfach verdickt und zeigt schon die Querstreifung mit Unterbrechungen in der Nähe der Seitenfelder; die neuen Faserschichten aber suchte ich vergebens. Ich bemerkte eine große Anzahl Kerne an der äußeren Grenze der Seitenfelder, einer Stelle, wo in erwachsenen Tieren sie in so großer Menge nicht vorkommen. Sie schienen schiefe Ausläufer in die Subcutanschicht hineinzuschicken.

Sinnesorgane.

Als Sinnesorgane unseres Wurmes sind die Kopfpapillen, die Halspapillen und die Papillen des männlichen Schwanzendes zu erwähnen. Die Kopfpapillen sind als Tastorgane, wohl auch als die Geschmacksorgane zu betrachten. Sie stehen auf den Lippen und sind mit Nerven vorsorgt. Die zwei Halspapillen liegen, eine auf jeder Seite des Körpers, $^1/_2$ mm hinter dem Mund. Sie werden als Sinnesorgane und als die Homologa zu den Seitenorganen der freilebenden Nematoden betrachtet. Daß Nerven zu ihnen treten, kann ich nicht behaupten. Die Papillen des männlichen Schwanzendes sind in Figur 30 dargestellt. Wie bei der vorangehenden Art, sind sie mit Nerven versorgt.

Fundort: Magen von Phoca barbata, nördliches Eismeer.

Strongylus arcticus, n. sp.

Fig. 31—32.

Äufsere Verhältnisse.

Die Männchen dieser Art sind 18—22 mm lang, durchschnittlich 20 mm. Die größte Breite liegt etwas vor der Mitte und beträgt 1,04 mm. Nach vorn und auch nach hinten wird der Körper allmählich verjüngt. Oberhalb sowohl als unterhalb der runden Mundöffnung befindet sich eine kaum mit dem Mikroskope bemerkbare Papille. 23 μ hinter dem Kopfende kommen vier den Submedianlinien entsprechende Papillen vor. Das Schwanzende besitzt eine deutliche Bursa, welche sechsmal gefaltet ist, so daß der Rand in sechs deutliche Lappen zerfällt. Die Geschlechtsöffnung liegt zwischen den vorderen Lappen. Die 0,2 mm langen, gleichen Spicula sind stark gebogen und am äußeren Ende verwachsen, nach innen dagegen sind sie weit voneinander getrennt. Es befinden sich, 0,2 mm von dem Hinterende entfernt, eine auf jeder ventralen Submedianlinie gestellt, ein Paar große Papillen und 0,15 mm weiter nach vorn noch ein Paar ähnliche.

Die Weibchen sind etwas größer als die Männchen. Sie sind 21—28 mm lang, und die größte Breite, welche hier wieder ein wenig vor der Körpermitte liegt, beträgt 1,05 mm. Die Vulva ist nur 0,10 mm, der After nur 0,05 mm von dem Schwanzende

entfernt. Der Mund und die Mundpapillen des Weibchens sind den entsprechenden Teilen des Männchens ähnlich. Die Haut beider Geschlechter scheint fast glatt zu sein.

Darm.

Der Darm unseres Wurmes ist ziemlich einfach. Man unterscheidet einen Oesophagus, einen Magendarm und einen Enddarm. Der fast cylindrische, 0,6 mm lange und 75 μ breite Oesophagus besitzt keinen Bulbus und ist nach vorn und hinten nur sehr schwach angeschwollen. Auf Querschnitten sieht man, daß das Lumen einfach dreieckig ist. Drei Gruppen von radiären Muskelfaden stehen den Ecken des Lumens gegenüber und dazwischen liegen drei Höhlen, welche sich längs des ganzen Oesophagus erstrecken und einen feinkörnigen Inhalt haben.

Der Durchmesser des Magendarms entspricht durchaus dem Durchmesser des Körpers, und zwar ist er an allen Stellen etwas weniger als $^1/_3$ so groß. Das Lumen dieses Abschnitts, welches $^1/_3$ des Durchmessers beträgt, ist mit einer Schicht kleiner Stäbchen umgeben. In dem Gewebe, welches den Raum zwischen der Stäbchenschicht und der äußeren Wand des Magendarmes erfüllt, unterscheidet man mindestens drei verschiedene histologische Elemente. Einmal viele große Kerne (6—8 μ; jeder Schnitt von $^1/_{70}$ mm Dicke enthält ein Dutzend oder mehr) und dann zahllose, gelblich oder bräunlich gefärbte, viel kleinere Körperchen (Fettkugeln?) und endlich Bindegewebe. In den meisten der Schnitte findet man radiär angeordnete Wände, gewöhnlich fünf, welche den schon besprochenen Raum in ebenso viel kleinere Räume zerteilen.

Der kurze Enddarm ist nicht sehr deutlich. Zwischen dem After und der Rückenseite erstrecken sich Analmuskeln.

Geschlechtsorgane.

Das innere männliche Geschlechtsorgan stellt einen einfachen Tubus dar, welcher sich ziemlich gerade nach vorn erstreckt. Er endet blind wohl 5 mm hinter dem Kopfende. Die Samenkeime sind anfangs kugelig und klein (3,8 μ). Bald finden sie sich im Umkreis einer einzelnen Rhachis, welche weiter nach hinten sich so zerteilt, daß drei oder vier Rhachiden in jedem Schnitt vorkommen. Hier werden die Keimzellen länglich, nicht weniger

als 25 μ lang. Bald aber runden sie sich ab und bilden die Samenmutterzellen, welche einen Durchmesser von 12 μ besitzen. Die reifen Samenzellen sind kugelig und haben eine Größe von 7 μ. Schiefe Bursalmuskeln sind $2^1/_2$ mm von dem Schwanzende noch zu sehen.

In den Weibchen unterscheidet man eine Vagina, einen gabelförmigen Uterus und zwei Ovarien. Die mit Ringmuskeln versehene Vagina ist $^1/_5$ mm lang und in der Mitte plötzlich erweitert. Der Uterus erstreckt sich bis 3—4 mm vor der Körpermitte nach vorn. Der dickwandige gemeinschaftliche Teil ist nur $^1/_2$ mm lang (Fig. 32 *u*), die Hörner dagegen sind mehr als 15 mm lang. Die Grenze zwischen den Uterushörnern und den Ovarien ist eine scharfe, indem sich hier die Geschlechtsröhren beträchtlich verkleinern. Auch an dieser Stelle schlingen sich in den meisten Fällen die Geschlechtsröhren um den Darm herum. Nicht selten sieht man solche Windungen auch an anderen Stellen, außerdem aber erstrecken sich gewöhnlich die Hörner des Uterus sowohl als die Ovarien gerade nach vorn. Die Furchung der Eier findet in dem Uterus statt.

Seitenfelder.

Die Seitenfelder des Strongylus arcticus sind so stark entwickelt, daß aus diesem Grund allein man ihnen eine sehr große physiologische Bedeutung für die Existenz des Tieres zuschreiben muß. Sie erstrecken sich als zwei fast 0,1 mm breite Längswülste von dem einen bis zum anderen Ende des Körpers. Sie sind 40 μ dick und aus großen Zellen aufgebaut. Die Kerne dieser Zellen, welche ein oder mehrere Kernkörperchen tragen, besitzen einen Durchmesser von 0,01 mm. In der Substanz jedes Seitenfeldes eingebettet, und zwar neben der Körperwand, sehe ich ein Paar Gebilde, welche an allen Querschnitten wie zwei Gänge aussehen. Sie sind aber keine wirklichen Gänge, wie man sich überzeugen kann durch Betrachtung von der Fläche. So betrachtet, sehen sie vielmehr wie zwei Reihen von Zellen aus; daß sie jedoch diese Zusammensetzung haben, ist nicht außer Zweifel (jedenfalls sind Kerne nicht regelmäßig nachzuweisen). In den Seitenfeldern findet man auch viele kleine, stark lichtbrechende Körperchen, welche in der Regel, am Kopfende mindestens, nach außen liegen.

Muskulatur und Nervensystem.

Dieser Wurm ist ein Polymyarier, trotzdem sind acht Muskelfelder vorhanden, was durch das Vorkommen von zwei dorsalen und zwei ventralen Submedianlinien bedingt ist. Auch in den Median- sowohl als in den Submedianlinien kommen die schon für die Seitenfelder erwähnten lichtbrechenden Körperchen vor.

Der Nervenring liegt 0,2 mm hinter dem Mund. Er ist schief gestellt und von ihm gehen vier Nerven nach den vier submedianen Kopfpapillen. Die nach hinten laufenden Nerven sah ich nicht.

Fundort: Gehörorgan von Beluga leucas, nördliches Eismeer.

Oxyuris vermicularis, L.

Ich erlaube mir, an dieser Stelle einige Worte über den Bau des Oesophagus dieses wohlbekannten Wurmes zu sagen.

In dem oberen Drittel desselben findet man ein definitives Organ, welches, seiner Struktur nach, wohl ein drüsiges Organ sein muß, und ich glaube in der Nähe des Mundes seinen Mündungsporus gesehen zu haben. Derselbe steht am Anfang des Oesophaguslumens auf der oberen Seite und soll das Sekret in den hinteren Teil der Mundhöhle hineinführen. Um den Mündungsporus zu demonstrieren, muß man eine lückenlose Reihe von Schnitten des Kopfes herstellen. Die Schnitte sollten nicht mehr als $^1/_{100}$ mm dick sein.

Ich glaubte eine Speicheldrüse darin zu erblicken.

Über die Entwickelung dieses Wurmes habe ich eine Anzahl Beobachtungen gemacht, welche ich aber für noch nicht entscheidend halte. Ich will aber erwähnen, daß meine Beobachtungen über die Entstehung der Zellen, welche man heute das Mesoderm dieser Embryonen (Nematodenembryonen) nennt, mit denjenigen Bütschli's über Oxyuris Diesingi übereinzustimmen scheinen (Zeitschr. f. wiss. Zool., 1871).

Freilebende Nematoden.

Die freilebenden Nematoden sind an feuchten Orten zu suchen. Sie sind häufig im Schlamm, in feuchter Erde um die Wurzeln von Pflanzen und auf den Pflanzen selbst sowohl als in dem Darmkanal von Pflanzenfressern. Man hat sie wahrscheinlich noch nicht fleißig genug an den zwei letztgenannten Orten gesucht. BASTIAN scheint der einzige Forscher zu sein, der die freilebenden Nematoden auf Stengeln von Gräsern u. s. w. sorgfältig gesucht hat. In wie großer Menge sie dort vorkommen, wird folgendes zeigen. In dem frischen Kot einer einzelnen Weinbergschnecke fand ich

1 Tylenchus lamelliformis (Männchen),
20 Aphelenchus parietinus (12 Weibchen, 4 Männchen und 4 Junge),
1 Tylenchus filiformis (Weibchen),
1 Cephalobus elongatus (Junges),
1 Rhabditis dolichura (Junges),
1 unbekannt und unbestimmt,

also im ganzen 25, und es gab noch mehr. In anderen Fällen habe ich ebenso viele gefunden, ohne jedoch ihre Namen notiert zu haben. Tote Exemplare habe ich im Schneckenkot nicht gefunden.

Wahrscheinlich können die meisten der freilebenden Nematoden eine Zeit lang im Darmkanal anderer Tiere leben.

In der Umgebung von Jena habe ich die folgenden Arten gefunden:

I. Dorylaimus.

Eine der größten und natürlichsten Gattungen der freilebenden Nematoden. Die Vertreter sind 1—10 mm lang, durch den Bau des Mundstachels ausgezeichnet. Dieser Stachel stellt ein gänsefederförmiges Gebilde dar, dessen Lumen in den Oesophagus einerseits und nach außen anderseits mündet. Die Dorylaimen sind bisher sämtlich als ungeringelt und ohne Seitenorgane beschrieben. Trotzdem finde ich Querringeln bei D. papillatus und D. Langii sowohl als spiralige Seitenorgane. Beide sind leicht zu übersehen. Ich bemerkte sie erst während meiner Untersuchungen über das Nervensystem des D. Langii und später bei papillatus. Leider habe ich seitdem keine Gelegenheit gehabt, andere Arten in dieser Beziehung zu prüfen, glaube aber, daß die

Ringeln sowohl als die Seitenorgane wohl auch bei anderen Dorylaimen vorkommen.

1. **D. brigdammensis**, DE MAN. Ich habe Männchen sowohl als Weibchen dieser Art in feuchter Erde gefunden.

2. **D. Carteri**, BASTIAN. Die Männchen und Weibchen sind hier häufig in Moosen und im Schlamm. Ich beobachtete beim Männchen außer den Analpapillen noch eine präanale Reihe von 6 Papillen. Auch DE MAN sah nur 7. Nach BASTIAN dagegen sollen 8—11 vorkommen.

3. **D. Bastiani**, BÜTSCHLI. Nur ein Weibchen von mir gesehen.

4. **D. papillatus**, BASTIAN. Wie oben bemerkt, finde ich diese Art geringelt. Die Ringeln scheinen aus Reihen von Punkten zu bestehen. Die auch oben erwähnten Seitenorgane liegen kurz hinter der Lippenregion (Fig. 21). Ich habe dieses Tier selten und nur in weiblichen Exemplaren gesehen.

5. **D. Langii**, n. sp. (Fig. 22 und 23). Dieses niedliche Tierchen ist mir nur in männlichen Exemplaren bekannt. Der 1,2 mm lange Körper ist nur nach vorn verjüngt. Das Schwanzende ist gekrümmt und der Schwanz selbst, welcher nur $^1/_{60}$ der Körperlänge beträgt, ist sehr stumpf. Die Haut ist geringelt. Um den Mund herum findet man nur Spuren von papillenlosen Lippen. Der Stachel ist kräftig. Die zweimal gewundenen, spiraligen Seitenorgane liegen kurz hinter der Lippenregion. Der Oesophagus beträgt $^1/_4$ der Körperlänge und ist in der hinteren Hälfte zweimal so breit als in der vorderen Hälfte. Der faserige, 0,1 mm von dem Kopf entfernte Nervenring enthält eine Anzahl von Zellen.

Die Hoden erstrecken sich bis zum hinteren Ende des Oesophagus nach vorn. Die zwei ziemlich kräftigen Spicula sind gebogen und mit accessorischen Stücken versehen.

Das Schwanzende ist mit Papillen reichlich versehen. Vor dem After sind 12 Papillen zu finden, einmal eine ventrale Reihe von 10 Papillen, von dem After etwas entfernt, und dann ein Paar dicht vor dem After. Hinter dem After sind noch drei ähnliche Papillen zu finden, zwei, die paarig sind, und die dritte, etwas nach hinten, allein stehend.

Ferner liegen auf dem Schwanzende noch andere Papillen, die in ihrer Natur von den schon beschriebenen abweichen. Es finden

sich zwei Paare dieser letzteren auf dem Ende des Schwanzes und eins sogar auf der Rückenseite.

Die Papillen sind sämtlich mit Nerven versehen. Die Nerven der ventralen Reihe vereinigen sich mit einem ventralen Nerv, welcher sich nach vorn sowohl als nach hinten erstreckt und welcher andere Nerven aus der Nähe des Ductus ejaculatorius erhält. Die Papillen des Schwanzendes aber stehen mittelst Nervenfäden mit Ganglienzellen in Zusammenhang. Diese Ganglienzellen sind wahrscheinlich paarig gestellt und durch Kommissuren verbunden.

Fundort: rasch fließendes Wasser, Teufelsbrunnen bei Jena, hier auf Algen und Moosen. Nach meinem Lehrer, dem wohlbekannten Helminthologen Dr. Arnold Lang, genannt.

II. Tylenchus.

Charakteristisch für diese Gattung ist der Bau des Mundstachels. Derselbe ist an dem hinteren Ende zu drei Knötchen angeschwollen, die wahrscheinlich einem zusammengesetzten Bau des Stachels ihre Existenz verdanken.

T. filiformis, Bütschli. In der Gegend von Jena sind die Weibchen dieser Art nicht selten auf Wurzeln von Moosen; auch fand ich eines im Kot einer Schnecke.

T. dubius, Bütschli. Ich habe nur Männchen dieser Art finden können. Sie stimmen mit den Abbildungen Bütschli's in allen Punkten überein, die Bursa ausgenommen. Hier finde ich ein Paar Rippen, welche bis jetzt entweder übersehen oder unrichtig gedeutet worden sind. Sie liegen zwischen dem After und dem Schwanzende. de Man hat sie deutlich abgebildet und hat sie als Papillen gedeutet. Sie sind wahrscheinlich mit den Rippen der Bursa der Rhabditisarten zu vergleichen. Ich bemerkte ferner eine undeutliche, in der Mittellinie liegende Papille in gleicher Entfernung vor dem After.

Fundort: Pflanzenwurzeln, Umgebungen von Jena.

T. Davainii, Bastian. Beide Geschlechter häufig in Moos.

T. lamelliferus, de Man. Von dieser Art habe ich nur Männchen gesehen und die zwar selten, nämlich im Moose und im Kot einer Schnecke.

T. gracilis, n. sp. Dieser Wurm ist ausgezeichnet durch eine Anzahl von kleinen Eigentümlichkeiten und ist leicht wiederzu-

kennen. Der Körper ist an beiden Enden verjüngt und die Länge beträgt 1 mm. Die Haut ist geringelt (Fig. 24 und 25). Der Oesophagus beträgt $^1/_8$, der Schwanz $^1/_{14}$ der Körperlänge. Am hinteren Ende des Oesophagus findet man einen gut entwickelten Bulbus. Der dünne Mundstachel ist $^1/_{100}$ mm lang und die drei Knötchen seines hinteren Endes sind nur bei starker Vergrößerung nachzuweisen. Der Porus excretorius liegt etwas hinter dem Bulbus. Nur der vordere Ast des weiblichen Geschlechtsorgans ist entwickelt. Der hintere Ast stellt einen nur 0,7 mm langen Blindsack dar. Dagegen erstreckt sich der vordere Ast bis kurz hinter den Bulbus nach vorn. Der Uterus ist gut entwickelt und die reifen Eier sind wenigstens 0,7 mm lang. Die Vulva ist um $^1/_4$ der Körperlänge nach vorn gerückt. Der Schwanz ist kegelig zugespitzt.

Fundort: Graswurzeln, Jena. Ich fand nur Weibchen.

III. Aphelenchus.

A. parietinus, BASTIAN. Ohne Zweifel der häufigste der hier wohnenden freilebenden Nematoden. Die Männchen sind ebenso häufig wie die Weibchen. Wie schon erwähnt, finde ich diese Art sehr häufig in dem Darm von Schnecken.

Bei starker Zurückziehung des Mundstachels wird eine Mundhöhle nachweisbar.

IV. Monhystera.

Sämmtliche Arten dieser Gattung werden ohne Ventraldrüse beschrieben. Bei starker Vergrößerung sah ich aber in dem vorderen Teil des Körpers stets ein vielfach gewundenes Gebilde, welches dem Ductus excretorius der Plectusarten ähnelt. Über die Ausmündung kann ich nichts Genaues ermitteln, glaube aber, daß sie wohl in der Nähe des Mundes liegt. Wahrscheinlich sind die sogenannten Seitenkreischen dieser Gattung spiralig.

M. villosa, BÜTSCHLI. Ich habe nur ein einzelnes Männchen im Moos gefunden.

M. filiformis, BÜTSCHLI. Diese Art ist hier sehr häufig im Schlamm und in der Erde auf Pflanzenwurzeln (Syn. M. rustica, BÜTSCHLI).

V. Spilophora.

Bastian, der Autor dieser Gattung, nahm an als Hauptcharaktere den Bau des Kopfes und die Struktur der Haut. Der Mund ist nicht sehr tief, gewöhnlich becherförmig und mit einem mehr oder minder muskulösen, noch nicht gut bekannten Kauapparat versehen. Das angeschwollene Aussehen des vorderen Teils des Oesophagus ist durch die gut entwickelten Muskeln dieses Kauapparats hervorgerufen. Die Ringeln der Haut bestehen meistens aus Reihen von Punkten. Bisweilen kommen diese Punkten nur an der Seite des Körpers vor.

S. impatiens, n. sp. (Fig. 26 u. 28). Die beiden Geschlechter dieser Art haben ungefähr dieselbe Größe. Sie sind 0,8 bis 1,2 mm lange Tiere, die sich sehr lebhaft bewegen. Nach vorn wird der Körper nur wenig verschmälert; von der Körpermitte nach hinten verjüngt sich der Durchmesser dagegen sehr beträchtlich. Bei starker Vergrößerung sieht man, daß die Ringel der Haut aus Reihen von länglichen Körperchen bestehen, deren Natur sich schwer erklären läßt.

Am Kopfende finden sich vier lange Borsten. Am Hals, 0,03 mm hinter den Kopfborsten, finden sich vier noch längere Borsten. Auch finden sich über den ganzen Körper viele zarte Borsten. Dieselben sind keineswegs zerstreut, sondern ziemlich regelmäßig angeordnet, und zwar paarig gestellt. Sie stehen in vier Reihen längs dem Körper, den Submedianlinien gewissermaßen entsprechend, und jedes dorsale oder ventrale Borstchen steht einem ähnlichen gegenüber. Ferner stimmt die Anordnung dieser Borstchen auf verschiedenen Individuen ziemlich überein.

Um den Mund steht eine Reihe von wahrscheinlich 12 Papillen; der Mund selbst ist mit 12 Chitingebilden versehen. Ein spiraliges Seitenorgan kommt auf jeder Seite des Kopfes vor. In der Bauchlage sehen diese Organe wie hervorragende laterale Papillen aus.

Beim Männchen beträgt der Oesophagus $^1/_7$, der Schwanz etwas weniger als $^1/_8$ der Körperlänge. Beim Weibchen beträgt der Oesophagus $^1/_8$, der Schwanz $^1/_6$ der Körperlänge. Der Oesophagus ist cylindrisch und schwillt nach hinten zu einem großen Bulbus an. Der Schwanz besitzt eine stark entwickelte Spinndrüse.

Die Spicula des Männchens sind schlank, etwas gebogen und mit accessorischen Stücken versehen. Stets findet man 8 oder

7 Papillen vor dem After. Dieselben bilden eine ventrale Reihe, fast wie bei Dorylaimus Langii, und sind auch in ähnlicher Weise mit Nerven versehen. Die Samenkörperchen sind rundlich und besitzen deutliche Kerne. Die Vulva des Weibchens liegt ein wenig vor der Körpermitte; die inneren Geschlechtsorgane sind paarig symmetrisch, mit umgeschlagenen Ovarien. Die Schalen der $^1/_{20}$ mm langen Eier sind mit Papillen bedeckt.

Diese Art ist der Chromadora Leuckarti, de Man, nahe verwandt, unterscheidet sich aber von ihr in der Struktur der Cuticula. Vielleicht sind die großen lateralen Papillen der Chromadora (Spilophora) Leuckarti nichts anderes als die spiraligen Seitenorgane. Hie und da auf dem Kopfende unseres Tieres befinden sich runde Körperchen, die vielleicht Sinneskörperchen sind (Fig. 27).

Fundort: Feuchte Moose neben Quellen, Kunitz und Jena. Sehr häufig. Geschlechtsreif im Frühjahr.

VI. Cyatholaimus.

C. terricola, de Man. Beide Geschlechter sind hier nicht selten, so in Jena und Kunitz in Moosen etc.

VII. Mononchus.

Die Mundhöhle der Mononchen ist ziemlich tief, becherförmig, sechsseitig, an der dorsalen Kante findet man stets einen kräftigen Zahn.

M. muscorum, Duj. Nicht selten fand ich große Weibchen dieser Gattung, welche ich zu der alten Dujardin'schen Art muscorum stellen mußte. Ich fand sie stets in Moosen, wo sie sich entweder auf Kosten der Moose selbst oder auf Kosten der dort wohnenden Algen ernähren. In dem Darmkanal einiger Exemplare traf ich kleine, grüne Körperchen, welche entweder die Chlorophyllkörner der Moose waren oder unicellulare Algen.

M. papillatus, Bastian. Ich fand diese Art sehr oft in der Erde auf Wurzeln etc., aber hier wieder nur in weiblichen Exemplaren. Aus den Mundpapillen ragen bisweilen sehr kurze Borstchen vor.

VIII. Cephalobus.

C. striatus, Bastian. Häufig auf Wurzeln in feuchter Erde. Auch in frisch entleertem Kote von Schnecken zu finden.

IX. Plectus.

P. parietinus, BASTIAN. In dieser Gegend ist der P. parietinus eine der häufigsten der freilebenden Nematoden. Er bewohnt hauptsächlich die Moose und Flechten. Die sogenannten Seitenkreischen dieser Art sind keine geschlossenen Ringe, sondern ungeschlossen. Manchmal sah es mir aus, als ob mittelst eines Zwischenstückes ein Zusammenhang mit den Seitenlinien nachweisbar war.

X. Rhabditis.

R. dolichura, SCHNEIDER. Nur in schlechten Exemplaren gesehen.

Erklärung der Abbildungen.

(Tafel III—V.)

a Anus.
ac Accessorisches Stück.
ag Ausführungsgang d. Exkretionsorgans.
b Bulbus.
bn Bauchnerv.
bm Basalmembran.
bu Büschel.
d Darm, Magendarm.
de Endstück des Magendarms.
dlm Dorsaler Längsmuskel.
dp Dorsale Papille.
dr V-förmige Drüse.
ed Enddarm.
ek Ektoderm.
eo Exkretionsorgane.
esf Einschnürung des Seitenfeldes.
f Fleck (Ganglien ?).
fs Faserschicht.
g Ganglien.
geo Gänge des Exkretionsorgans.
gr Körnige Masse der Schlauchwand.
h Hoden.
k Kern.
kch Kernkörperchen.
kf Keimfach.
kk Kernkörper.
kmd Kleiner Teil des Magendarms.
l Drüsige Organe.
ln Lateralnerv.
lp Lippen.
m Mund.
mb Bursalmuskeln.
md Magendarm.
mp Bauchpapillen des Männchens.
ms Membran der Samenmutterzelle.
msp Muskel eines Spiculums.
n Nerv.
np Nervenplexus.
nr Nervenring.
oe Oesophagus.
om Muskeln.
ov Ovarium.
p Papille.
pe Porus excretorius.
rm Ringmuskel.
rn Rückennerv.
rt Reticulum.
sa Innere Schicht.
sb Samenbläschen.
sd Spinndrüse.
sf Seitenfeld.
sfb Ausbreitung des Seitenfeldes.
sl Samenleiter.
smn Submediannerv.
sn Seitennerv.
so Untere Schicht (siehe *sa*).
sp Spiculum.
ss Samenschlauch.
st Samentasche.
stn Stäbchen.
sz Samenzelle.
tp Tunica propria.
u Uterus.
v Vulva.
vg Vagina.
vlm Ventraler Längsmuskel.

Ascaris Kükenthalii, n. sp.

1. Männchen. $\frac{1}{1}$.
2. Weibchen. $\frac{1}{1}$.
3. Männliches Schwanzende.
4. Kopfende auf der Bauchseite geöffnet. $\frac{2}{1}$.
5. Schwanzende auf der Bauchseite geöffnet. $\frac{2}{1}$.
6. Darm auf der linken Seite geöffnet. $\frac{5}{1}$.
7. Männchen auf der linken Seite geöffnet. $\frac{1}{1}$.
8. Weibliche Geschlechtsorgane (ein wenig schematisch). $\frac{1}{1}$. Rechte Samentasche und Ovarium weg gelassen.
9. Keimfach, $^{1300}/_{1}$ und reduziert bis $^{500}/_{1}$.

10. Furchung des Eies, $^{1300}/_{1}$ und reduziert bis $^{350}/_{1}$. Die zwei kleinsten Körperchen in *En 1, a—d*, sind die Richtungskörperchen.
11. Lippen von vorn gesehen. $^{50}/_{1}$.
12. Stück der Wand des Samenschlauches, $^{1300}/_{1}$ und reduziert bis $^{325}/_{1}$.
13. Klappenapparat am Anfang des Samenschlauches.
14. Zentralnervensystem von unten gesehen. Ein wenig schematisch. $^{50}/_{1}$.
15. Progastrula. $^{650}/_{1}$. Die großen Zellen stellen das Entoderm dar, die kleinen das Ektoderm.
16. Drüsenelement des Sekretionsorgans.
17. Stück der inneren Fläche des Magendarms. $^{1300}/_{1}$.
18. Samenmutterzelle im optischen Durchschnitt, sehr stark vergrößert. (Nur halb gezeichnet.)
19. Samenzelle im optischen Durchschnitt, sehr stark vergrössert. Dieselbe Vergrößerung wie bei 18. (Nur halb gezeichnet.)
20. Grenzschicht von der Fläche, sehr stark vergrößert.

Dorylaimus papillatus, BASTIAN.

21. Kopfende mit spiraligem Organe und hervorragendem Mundstachel. $^{1300}/_{1}$.

Dorylaimus Langii, n. sp.

22. Kopfende mit spiraligem Organe und hervorragendem Mundstachel. $^{900}/_{1}$.
23. Schwanzende. $^{350}/_{1}$.

Tylenchus gracilis, n. sp.

24. Weibchen. $^{200}/_{1}$.
25. Kopfende mit Mundstachel. $^{1300}/_{1}$.

Spilophora impatiens, n. sp.

26. Kopfende in der Seitenlage, links ventral. $^{1300}/_{1}$.
27. Kopfende in der Seitenlage. Jung. $^{1300}/_{1}$.
28. Schwanzende. $^{350}/_{1}$.

Ascaris bulbosa, n. sp.

29. Männchen, in der Seitenlage, geöffnet. Links das linke Seitenfeld. $\frac{3}{1}$.
30. Papillen des männlichen Schwanzendes. $^{80}/_{1}$.

Strongylus arcticus, n. sp.

31. Schwanzende des Männchens. Etwa $^{90}/_{1}$.
32. Schwanzende des Weibchens. Etwa $^{40}/_{1}$.

Die Pylombildungen

in vergleichend - anatomischer und entwicklungsgeschichtlicher Beziehung bei Radiolarien und bei Protisten überhaupt,

nebst System und Beschreibung neuer und der bis jetzt bekannten pylomatischen Spumellarien.

Von

Friedrich Dreyer (Jena).

Hierzu Tafel VI—XI.

I. Abschnitt.

Einleitung.

Man kann die Protozoen im allgemeinen in zwei Hauptgruppen sondern. Auf der einen Seite stehen als hauptsächlichste Gruppen die Infusorien und Flagellaten. Dieselben zeichnen sich durch einen relativ hoch entwickelten Weichkörper aus, welcher in der Regel einen mehr oder weniger festen Abschluß nach außen und eine ziemliche Formbeständigkeit besitzt, dagegen kommen Skelettbildungen gar nicht oder doch nur vereinzelt und höchst unvollkommen vor.

Diesen Protozoen lassen sich die Rhizopoden (Sarcodina Bütschli) gegenüberstellen, welche im Gegenteil einen morphologisch sehr indifferenten und primitiven Weichkörper besitzen, der, eines festen Abschlusses nach außen entbehrend, unregelmäßige gelappte oder verästelte Fortsätze aussenden und auch wieder einziehen kann, wodurch seine äußeren Umrisse stets wechseln. Um so höher ausgebildet sind dagegen die Schalen- und Skelettbildungen dieser Protisten, welche in größter Verbreitung und zwar bei der überwiegenden Mehrzahl der Rhizopoden anzutreffen sind und nur bei der relativ kleinen Abteilung der primitiven nackten Formen ganz fehlen. Bei den beiden Hauptabteilungen der Rhizo-

poden, den Schwestergruppen der Thalamophoren und Radiolarien, sind die stützenden und schützenden Hartgebilde dagegen in einer geradezu erstaunlichen Formenmannigfaltigkeit entwickelt, was ganz besonders für die uns hier hauptsächlich interessierenden Radiolarien gilt.

Eine neue Epoche der Erforschung dieser höchststehenden und formenreichsten Rhizopodenabteilung hat mit der Veröffentlichung der HAECKEL'schen Monographie der Challenger-Radiolarien begonnen. HAECKEL macht uns in diesem fundamentalen Werk, der Frucht zehnjähriger angestrengter Arbeit, mit einer vollkommen neuen Formenwelt im Kleinen, „einer wahren Gemüts- und Augenergötzung" bekannt und enthüllt vor unserem erstaunten Auge eine wahrhaft überraschende Mannigfaltigkeit morphologischer Differenzierung. Zu den bisher bekannten 810 Arten kommen nunmehr durch die Untersuchungen HAECKEL's 3508 neue hinzu, so daß die Gesamtzahl der nunmehr bekannten Arten 4318 beträgt, die sich auf 739 Genera verteilen. „Trotz dieser hohen Zahl und trotz der erstaunlichen Mannigfaltigkeit der neuen und wundervollen Formen ist damit der Reichtum der Challenger-Sammlung keineswegs erschöpft. Ein sorgfältiger und geduldiger Arbeiter, der ihrem Studium ein zweites Dezennium widmet, wird sicherlich die Zahl der Formen (besonders der kleineren) um mehr als weitere tausend erhöhen können. Für eine wirklich erschöpfende Ausbeutung aber reicht ein Menschenleben nicht aus." In bezug auf die wichtigeren Formentypen ist jedoch die HAECKEL'sche Monographie ziemlich erschöpfend.

Nachdem wir nun durch die Untersuchungen HAECKEL's mit einer ungeheuren Artenmenge bekannt geworden sind, erscheint es als eine zeitgemäße und lohnende Aufgabe, einmal Halt zu machen und den natürlichen genetischen Zusammenhang dieser Formenmenge und nach Möglichkeit ihre Bildungsursachen zu ergründen zu suchen, das extensive Studium der Formen in ein mehr intensives zu verwandeln. In diesem Sinne möchte ich meine Arbeiten verstanden wissen.

Die Aufgabe, die ich mir in den vorliegenden „Radiolarienstudien" gestellt habe, ist daher die: das Verständnis der vergleichenden Anatomie, Ontogenie und Phylogenie der Radiolarien durch eine Reihe von genauen Untersuchungen zu fördern. Die Beschreibung von neuen Formen tritt dabei mehr in den Hintergrund und dient nur als Mittel zum Zweck, indem nur solche neue Arten eine eingehendere Behandlung finden,

welche für das jedesmalige Thema von besonderem Interesse sind.

Meine Arbeiten schließen sich eng an das HAECKEL-sche Werk an und sind gleichsam als eine Ergänzung und Fortsetzung der Untersuchungen HAECKEL's anzusehen. Es wird daher natürlich auch die Bekanntschaft mit demselben vollständig vorausgesetzt, wie für alle diesbezüglichen Arbeiten überhaupt von nun an HAECKEL's Monographie das unentbehrliche Fundament sein wird.

Die äußere Veranlassung zu meinen Radiolarienstudien war der Umstand, daß mir durch die gütige Vermittelung von Herrn Professor HAECKEL von Dr. JOHN MURRAY, dem Leiter der Bearbeitung des Challenger-Reisewerkes, der ehrenvolle Auftrag zu Teil wurde, für das letztere die Radiolarienfauna der wichtigeren Beobachtungsstationen zusammenzustellen. Hierdurch kam ich in die günstige Lage, mich mit diesen, in vieler Beziehung höchst interessanten Rhizopoden näher vertraut zu machen und die lohnende Arbeit kennen zu lernen, welche sich dem auf diesem Gebiete thätigen Forscher in wahrhaft erdrückender Menge darbietet. Außerdem bin ich in der außergewöhnlich glücklichen Lage, mich des mir in ebenso freigebiger als liebenswürdiger Weise gespendeten Rates und der Beihilfe meines hochverehrten Lehrers, des Herrn Professor HAECKEL, der ersten Autorität auf diesem Gebiete, zu erfreuen.

Der Hauptsache nach beziehen sich meine Untersuchungen auf das Challenger-Material. Außerdem war Herr Professor HAECKEL so freundlich, mir eine größere Probe des Polycystinen-Mergels von Barbados mitzuteilen, und Herr Dr. JOHANNES WALTHER (Jena) hatte die Güte, mir 3 Handstücke Sizilianischen Tripels zur Bearbeitung zu überlassen, welche er selbst in der Nähe von Caltanisetta (Steinbruch Gessolungo) gesammelt hatte.

Speziell über das vorliegende 1. Heft dieser Radiolarienstudien möge hier noch Folgendes vorausgeschickt werden.

Für die Mündungsöffnung der bisher bekannten pylomatischen Spumellarien (Ommatodiscus, Stomatodiscus, Discopyle) brauchte HAECKEL in seinen Challenger-Radiolarien die Benennung „Osculum". Iah habe dieselbe deshalb aufgegeben und statt dessen für derartige Bildungen (bei Radiolarienskeletten sowohl als auch bei Protistenschalen überhaupt) das Wort „Pylom" eingeführt, um Verwechselungen mit dem Osculum der Centralkapsel vorzubeugen.

Der Gedankengang der Arbeit geht vom Speziellen zum Allgemeinen. Im 2. Abschnitt wird eine genaue Beschreibung der neu entdeckten und der bisher bekannten pylomatischen Spumellarien und das System derselben gegeben. Hieran anknüpfend folgt dann im nächsten (3.) Abschnitt eine Darstellung der vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Pylombildungen bei Radiolarien überhaupt, während endlich im 4. Abschnitt eine vergleichende Behandlung sämmtlicher pylomatischer Protisten folgt. Dieser Gedankengang entspricht auch dem Entwicklungsgang der Arbeit, welcher mich, von dem rein empirischen Beobachtungsmaterial ausgehend, zu einem sich successive erweiternden Gesamtüberblick über die diesbezüglichen Verhältnisse überhaupt führte.

Die Abschnitte V und VI sind weniger umfangreich und bilden keine abgerundete erschöpfende Darstellung der in den Überschriften genannten Themata, sondern geben nur einzelne Daten, welche sich mir im Laufe meiner Untersuchungen ergaben und geeignet sind, einiges Licht auf die betreffenden Fragen zu werfen. Außer dem Litteraturverzeichnis füge ich zum Schlusse noch eine möglichst ausführliche Tafelerklärung an, welche, wie ich hoffe, zum besseren Verständnis der Figuren und somit auch des Textes beitragen wird.

Fast alle der beschriebenen neuen Arten habe ich in den Bodenproben der Challenger-Beobachtungsstationen gefunden. Es braucht wohl kaum noch besonders darauf hingewiesen zu werden, daß hieraus durchaus nicht hervorgeht, daß auch alle daselbst gelebt haben, da sich ja natürlich die zoogenen Tiefseesedimente aus den herabgesunkenen Skeletten und Schalen der Organismen aller Tiefenzonen zusammensetzen.

Endlich möchte ich auch an dieser Stelle Herrn Professor Haeckel meinen herzlichsten Dank sagen für das große Interesse und die allseitige Unterstützung, welche er meiner Arbeit zu teil werden ließ. Auch bin ich Herrn Adolf Giltsch für die Förderung, welche er durch sein ungemeines Formenverständnis und seine langjährige Erfahrung auf diesem Gebiete meiner Arbeit gab, und Herrn Gustav Fischer für sein in jeder Beziehung freundliches Entgegenkommen dankbar.

Mit der Fortsetzung meiner Radiolarienstudien bin ich anhaltend beschäftigt und stehen mir schon jetzt umfangreiche Beobachtungsresultate zur Verfügung. In dem nächsten Hefte werde

ich eine Theorie der Skelettbildung der Spumellarien und Nassellarien geben und auf Grund neuen Beobachtungsmateriales die Phylogenie der Nassellarien einer eingehenden Behandlung unterziehen.

Das Manuskript der vorliegenden Arbeit kam Ende September 1888 zum Abschluß.

II. Abschnitt.

System und spezielle Beschreibung der pylomatischen Spumellarien.

In bezug auf das System schließe ich mich vollkommen dem von HAECKEL in seiner Monographie der Challenger-Radiolarien gegebenen an, indem ich meine neuen Species, Genera, Subfamilien und Familien sowohl demselben an passender Stelle einfüge, als auch den Rang der neu aufzustellenden systematischen Kategorien nach entsprechenden des HAECKEL'schen Systems bestimme. Mit Recht sagt HAECKEL in der Vorrede zum „Challenger-Report", daß er sich bemüht habe, „die phylogenetischen Ziele des natürlichen Systems mit den unentbehrlichen Einteilungsformen der künstlichen Klassifikation möglichst in Einklang zu bringen", denn ein solcher Kompromiß zwischen natürlichem und künstlichem System ist notwendig, solange nicht das letztere durch ersteres unnötig gemacht ist, d. h. mit anderen Worten, ehe wir nicht die Stammbäume der Organismen in allen ihren Einzelheiten kennen, und dies wird, wenn es überhaupt jemals dahin kommt, jedenfalls noch lange auf sich warten lassen, so lange müssen wir die Lücken und dunklen Stellen des natürlichen Systems durch künstliche Einteilungsprinzipien ausfüllen. Nächst dem wissenschaftlichen Zweck, die Phylogenie in kurzer, übersichtlicher Weise zum Ausdruck zu bringen, hat das System ganz besonders auch die praktische Bestimmung, Ordnung in das Formenchaos zu bringen, die ungeheure Menge der Organismen zu einem übersichtlich gegliederten Ganzen zu vereinigen, welches geeignet ist, das unentbehrliche Fundament für alle weiteren Forschungen abzugeben. Für die Radiolarien, welche unbestritten eine der formen-

reichsten, ja vielleicht überhaupt die formenreichste Organismengruppe repräsentieren, ist aber ein gutes System von ganz besonderer Wichtigkeit und wir müssen HAECKEL deswegen um so dankbarer sein, daß er 10 Jahre seines Lebens darauf verwendet hat, ein solches in jeder Beziehung höchst zweckmäßiges System auszuarbeiten, daß er sich nicht nur darauf beschränkt hat, eine einfache Beschreibung der vom „Challenger“ zu Tage geförderten neuen Formen zu geben, sondern in seiner Monographie der Challenger-Radiolarien alles bisher Bekannte ausführlich beschrieben und übersichtlich zusammengestellt hat, so daß sein Werk dadurch geeignet ist, allen späteren Arbeiten als Grundlage zu dienen, und die nachfolgenden Forscher auf diesem Gebiete der Aufgabe überhebt, sich durch die vorhergehende Litteratur mit großem Aufwand an Zeit und Mühe durchzuarbeiten. Es wäre daher sehr wünschenswert, wenn alle späteren Autoren sich bemühen würden, wenn es nur irgendwie angeht, ähnlich wie ich es hier thue, das einmal bestehende System beizubehalten und etwaige neu aufzustellende Gruppen ihm einzufügen, damit uns der Vorteil eines einheitlichen Radiolariensystems nicht verloren geht. Was eine zerfahrene Systematik nnd hoch ausgebildete Synonymik für Unheil anrichten kann, lehrt uns ein Blick auf die Schwestergruppe der Thalamophoren, und doch beträgt hier die Artenzahl kaum den 4. Teil wie augenblicklich bei den Radiolarien. Wenn auch durch spätere Arbeiten die Lücken des natürlichen Systems hie und da ausgefüllt werden und der Zusammenhang der Gruppen in etwas anderem Lichte erscheint, so kann man trotzdem mit den Gruppen des jetzt bestehenden Systems als gegebenen Einheiten operieren und durch separate Stammbäume die persönliche Ansicht über ihre natürlichste Gruppierung zum Ausdruck bringen. Es ist jedenfalls besser, wenn ein einmal bestehendes, mit großer Mühe aufgestelltes und zur Orientierung resp. Bestimmung höchst praktisches System beibehalten und die neuen Species, Genera etc. ihm eingefügt werden, als wenn jeder Autor nach seinen spezifischen Ansichten eine andere Gruppierung wählt, besonders da man diese selbstverständlich höchst fördernde gegenseitige Läuterung der Meinungen, die natürlich zum stetigen Fortschritt beiträgt, zum Ausdruck bringen kann, ohne vorläufig die gemeinsame Grundlage umzustürzen. Wenn dann durch zahlreiche Einzeluntersuchungen positive Ergebnisse mit einiger Sicherheit erreicht sind und die alte Grundlage nicht mehr genügt, dann kann an ein umfassende, einheitliche Neugestal-

tung des Systems gedacht werden. Auf diese Weise ist ein in bestimmten Etappen vor sich gehender sicherer Fortschritt möglich, ohne daß das Ganze an Klarheit und Übersichtlichkeit verliert und, wie zahlreiche Beispiele lehren, eine Zersplitterung eintritt, welche, besonders bei einer so formenreichen Gruppe, nur als ein großes Hindernis für weitere Arbeiten betrachtet werden kann.

Um mir einen möglichst weiten Überblick über die mich hier interessierenden Formverhältnisse zu verschaffen, habe ich das Material der für Radiolarien wichtigsten Challenger-Stationen einer eingehenden Bearbeitung unterzogen. Immerhin mögen aber durch spätere Untersuchungen selbst desselben Materials noch eine ganze Reihe uns hier interessierender Formen bekannt werden, denn bei der Unerschöpflichkeit des Materiales ist es unmöglich, selbst für eine relativ kleine Gruppe, wie es hier der Fall ist, eine in jeder Beziehung erschöpfende Behandlung zu garantieren. Trotzdem glaube ich aber, daß vorliegende Arbeit, was wenigstens die wichtigeren Formen anbetrifft, einige Vollständigkeit besitzt, ob später noch eine oder die andere Art zu einer der aufgestellten Gruppen hinzukommt, thut im Grunde nicht viel zur Sache. Mir war es besonders darum zu thun, mich durch eingehende Untersuchung der einzelnen Formen in den Stand zu setzen, mir ein allgemeines Urteil zu verschaffen über die morphologische und physiologische Bedeutung des Pyloms und der mit ihm in Korrelation stehenden Formverhältnisse, sowie über analoge, bei andern Protisten auftretende Erscheinungen und die ontogenetische sowohl als auch phylogenetische Entstehung dieser und verwandter Bildungen überhaupt. Nur wohlerhaltene und sicher bestimmbare Formen habe ich im folgenden als Arten beschrieben, Formen zweifelhaften Charakters, die einen pathologischen Eindruck machten oder welche aus irgend einem Grunde nicht gut sichtbar und genau zu beobachten waren, habe ich ganz außer dem Spiel gelassen. Auch habe ich nur solche Bildungen als sichere Pylome beschrieben, die nicht in störender Weise verletzt waren. Die Mehrzahl der Arten habe ich in mehrfacher Anzahl, manche sogar in verschiedenen Stationen beobachtet, woraus schon ihre Formbeständigkeit hervorgeht.

Der Übersichtlichkeit halber will ich hier die Charakteristiken aller der Beobachtungsstationen des Challenger folgen lassen, welche entweder Haeckel oder mir pylomatische Spumellarien geliefert haben, um dem Leser ein Zurückgehen auf die Monographie Haeckel's zu ersparen. Die Angaben sind der offiziellen, von

Sir WYVILLE THOMSON 1876 zusammengestellten Liste der Beobachtungsstationen der Expedition entnommen, die geographische Lage ist nach der Breite von Greenwich gemessen, die Tiefe in Faden (à 2 Meter) und die Bodentemperatur in Celsiusgraden angegeben, außerdem ist die Beschaffenheit des Bodens, das Hebungsdatum und nach den Untersuchungen HAECKEL's die relative Frequenz der Radiolarien mitgeteilt:

Stat. 157. — Südlich-Indischer Ozean, 53° 55′ S. Br., 108° 35′ Ö. L., 1950 Fad., Diatomeen-Schlamm, 3. März 1874, zahlreiche Radiolarien.

Stat. 225. — Nordwest-Pazifischer Ozean, zwischen den Carolinen und Japan, 11° 24′ N. Br., 143° 16′ Ö. L., 4475 Fad. (tiefste Station!), +1,0° Cels., Radiolarien-Schlamm, 23. März 1875, massenhafte Radiolarien.

Stat. 232. — Nordwest-Pazifischer Ozean, zwischen den Carolinen und Japan, 35° 11′ N. Br., 139° 28′ Ö. L., 345 Fad., +0,6° Cels., Grüner Mud, 12. Mai 1875, viele Radiolarien, „Hyalonema Ground".

Stat. 241. — Nord-Pazifischer Ozean, zwischen Japan und San Francisco, 35° 41′ N. Br., 157° 42′ Ö. L., 2300 Fad., +1,1° Cels., roter Thon, 23. Juni 1875, massenhafte Radiolarien.

Stat. 244. — Nord-Pazifischer Ozean, zwischen Japan und San Francisco, 35° 22′ N. Br., 169° 53′ Ö. L., 2900 Fad., +1,2° Cels., roter Thon, 28. Juni 1875, massenhafte Radiolarien.

Stat. 265. — Tropischer Zentral-Pazifik zwischen Sandwich und Paumatu, 12° 42′ N. Br., 152° 1′ W. L., 2900 Fad., +0,8° Cels., Radiolarien-Schlamm, 25. August 1875, massenhafte Radiolarien.

Stat. 266. — Die allgemeine Orientierung dieser und der nächsten 5 Stationen, Stat. 272 inkl., mit Stat. 265 übereinstimmend. — 11° 7′ N. Br., 152° 3′ W. L., 2750 Fad., +1,0° Cels., Radiolarien-Schlamm, 26. August 1875, massenhafte Radiolarien.

Stat. 267. — 9° 28′ N. Br., 150° 49′ W. L., 2700 Fad., +0,8° Cels., Radiolarien-Schlamm, 28. August 1875, massenhafte Radiolarien.

Stat. 268. — 7° 35′ N. Br., 149° 49′ W. L., 2900 Fad., +0,8° Cels., Radiolarien-Schlamm, 30. August 1875, massenhafte Radiolarien.

Stat. 270. — 2° 34′ N. Br., 149° 9′ W. L., 2925 Fad., +0,7° Cels., Radiolarien-Schlamm, 4. Sept. 1875, massenhafte Radiolarien.

Stat. 271. — 0° 33′ S. Br., 151° 34′ W. L., 2425 Fad., +1,0° Cels., Radiolarien-Schlamm, 6. Sept. 1875, massenhafte Radiolarien (die an Rad. formenreichste Stat. überhaupt!).

Stat. 272. — 3° 48′ S. Br., 151° 34′ W. L., 2600 Fad., +1,0° Cels., Radiolarien-Schlamm, 8. Sept. 1875, massenhafte Radiolarien.

Stat. 295. — Offener Süd-Pazifischer Ozean zwischen Neu-Seeland und Valparaiso, 38° 7′ S. Br., 94° 4′ W. L., 1500 Fad., +1,4° Cels., Globigerinen-Schlamm, 5. Nov. 1875, viele Radiolarien.

Stat. 302. — Südost-Pazifischer Ozean, westlich von Chile, 42° 43′ S. Br., 82° 11′ W. L., 1450 Fad., +1,5° Cels., Globigerinen-Schlamm, 28. Dez. 1875, zahlreiche Radiolarien.

Stat. 353. — Nordatlantischer Ozean, westlich von den Canaren, 26° 21′ N. Br., 33° 37′ W. L., 2965 Fad., +2,3° Cels., roter Thon, 3. Mai 1876, viele Radiolarien.

In den im obigen aufgeführten Stationen sind bis jetzt pylomatische Spumellarien nachgewiesen worden, doch werden sich wohl durch weitere Untersuchungen noch in vielen anderen Stationen solche nachweisen lassen. Fossil sind solche gefunden in den Polycystinen-Tripeln oder Mergeln von Grotte und von Caltanisetta auf Sizilien und in dem Polycystinen-Mergel der Antillen-Insel Barbados, alle 3 Fundorte gehören wahrscheinlich der Miocän-Formation an.

Über die geschichtliche Entwicklung der Kenntnis unserer Formengruppe ist nicht viel zu berichten, denn sie erstreckt sich über einen Zeitraum von kaum 8 Jahren. Der erste, welcher uns mit polymatischen Spumellarien bekannt machte, war Emil Stöhr. Derselbe beschrieb in seiner 1880 erschienenen Publikation „Die Radiolarienfauna der Tripoli von Grotte, Provinz Girgenti in Sizilien“ (Palaeontographica, 26. Band, 4. Liefrg., S. 69—124, Taf. XVII bis XXIII) 4 zu den Porodisciden gehörige Arten mit Pylom und gründete für dieselben die neue Familie der Ommatodiscida mit dem einzigen Genus Ommatodiscus. Außer einer ausführlichen Beschreibung gab er für alle 4 Arten gute Abbildungen. Haeckel behielt in seiner Monographie der Challenger-Radiolarien die Gruppe der Ommatodiscida als solche bei und fügte sie seinem System ein, während sie jedoch Stöhr als 3. Familie seiner Discida anführte, stellte sie Haeckel als 3. Subfamilie zu den Prodiscida. Außer 2 neuen, den von Stöhr gefundenen ähnlichen Arten beschrieb Haeckel noch 2 Formen, welche sich von den bisher bekannten

Ommatodisciden dadurch unterscheiden, daß sie nicht ein, sondern 2 gegenüberstehende Pylome besaßen. Infolgedessen zerfällte er die Subfamilie der Ommatodiscida in 2 Genera, indem er die Arten mit einem Pylom in der Gattung Ommatodiscus, die mit zwei in der Gattung Stomatodiscus zusammenfaßte. Endlich begründete er in ersterer Gattung 2 weitere Untergattungen, das Subgenus Ommatodiscinus (mit 3 Arten) für Formen mit kreisrunder, das Subgenus Ommatodisculus (ebenfalls mit 3 Arten) für solche mit elliptischer Scheibe. Außerdem fand HAECKEL 2 neue, jedoch zu seiner Familie der Pylodiscida gehörige Arten, jede mit einem in ganz analoger Weise wie bei den zu den Porodisciden gehörigen Ommatodisciden ausgebildeten Pylom. Er beschrieb und bildete beide ab in dem Challenger Report (Plate 48, Fig. 19 und 20) und begründete für sie die neue Gattung Discopyle, welche er der 3. Subfamilie der Pylodiscida, den Discopylida, als 2. Genus einreihte.

Während, wie aus dem Vorhergehenden ersichtlich ist, bis jetzt nur aus 2 Gruppen der Spumellarien, den Porodisciden und Pylodisciden, Formen mit Pylom bekannt waren, war es mir vergönnt, eine ganze Reihe von solchen Arten zu finden, welche sich auf 5 weitere Gruppen von Spumellarien, nämlich die Sphaeroideen, Prunoideen[1]), Phacodisciden, Spongodisciden und Larcoideen, also alle 4 Ordnungen der schalentragenden Spumellarien, (oder Sphaerellaria, HAECKEL) verteilen, zu finden; außerdem habe ich die Arten der Ommatodisciden um mehrere vermehrt. Es kommen zu den im ganzen bis jetzt bekannten 10 Formen 40 neue, so daß sich die Gesamtzahl demnach nunmehr auf 50 erhöht; diese verteilen sich auf 9 Gattungen, 3 alte und 6 neue, außerdem habe ich der Subfamilie der Ommatodiscida 4 neue Subfamilien zugefügt und endlich die beiden neuen Familien der Sphaeropyliden und Larcopyliden begründet. Die Art der Einreihung dieser neuen Formen in das HAECKEL'sche System mag aus der im folgenden gegebenen Systematik und genauen Beschreibung derselben hervorgehen; der Vollständigkeit halber habe ich auch die Diagnosen der 10 bisher bekannten Arten wiedergegeben, was zugleich die Übersicht erleichtern wird. Da leider bis jetzt noch keine pylomatischen Spumellarien mit erhaltenem Weichkörper gefunden worden sind, können sich die Diagnosen und speziellen Beschreibungen

1) Vergleiche das im VI. Abschnitt über die Familie der Sphaeropylida Gesagte.

der Arten natürlich nur auf das Skelett beziehen. Bei dieser Artbeschreibung nun habe ich in folgender Weise verfahren: Nach einer genauen Schilderung der Form- und relativen Größenverhältnisse folgt ein Verzeichnis der absoluten Maße der wichtigeren Teile der betreffenden Form in Dezimalbruchteilen eines Millimeters, worauf zum Schlusse über die Verbreitung der Art auf Grund ihrer Fundorte (bei schon bekannten Arten unter Beifügung des Finders in Klammern) Notizen gegeben werden. Ich hoffe, daß aus diesen Artbeschreibungen das Meiste klar werden wird, wo dieses hie und da nicht der Fall sein sollte, werden die beigegebenen Abbildungen ergänzend eintreten.

Sphaeroidea: Familia VII: Sphaeropylida, nov. fam.

Definition: Sphaeroideen [1]) mit 1 oder 2 einander gegenüberstehenden Pylomen. Entweder ist die äußere Schale, vom Pylom abgesehen, kugelrund homaxon, oder elliptisch oder oval, monaxon. In letzterem Falle geht dann die Hauptachse durch das Pylom oder bei Anwesenheit von zwei Pylomen durch beide. Die Schale ist entweder glatt oder mit Stacheln versehen, die Anzahl der konzentrischen Schalen ist verschieden.

Die neue Familie der Sphaeropyliden ist nach der 10. Familie der Astrosphaerida dem Haeckel'schen System einzureihen. Die hierher gehörigen Formen mit Pylom konnte ich nicht, wie es bei den Discoideen möglich war, als Subfamilien an die einzelnen Familien verteilen, da die Unterschiede der letzteren bei den Sphaeroideen auf die Art der Bestachelung begründet sind und dieses Merkmal durch die Bildung eines Osculum alteriert resp. verwischt wird; das Nähere über diesen Punkt ist in den folgenden Abschnitten zu finden. Bemerkt sei noch, daß ich bei der Artbeschreibung der Einfachheit halber meist nicht von Mark- und Rindenschalen spreche, sondern die verschiedenen Schalen durchgehends numeriere, indem ich die innerste Schale als erste, die äußerste als letzte bezeichne. Abgesehen von dem Vorteil der größeren Einfachheit wird dieses Verfahren noch dadurch gerechtfertigt, daß, wie sich durch die Untersuchungen von R. Hertwig herausstellte, zwischen Mark- und Rindenschalen kein prinzipieller Unterschied besteht, wie es Haeckel früher annahm, abgesehen

---

1) Vergleiche jedoch das im VI. Abschnitt über die Familie der Sphaeropylida Gesagte.

davon, daß selbst vom rein deskriptiv-morphologischen Standpunkte aus sich in vielen Fällen zwischen inneren oder Mark- und äußeren oder Rindenschalen keine scharfe Grenze ziehen läßt. Die Reihenfolge der Numerierung von innen nach außen habe ich wegen ihrer genetischen Berechtigung gewählt; ebenso wie, sowohl onto- als auch phylogenetisch, das Skelett von innen nach außen, mit einer kleinen Schale beginnend, nach außen successive immer größere ansetzend, gewachsen sein muß, so ist auch mir bei dieser Art der Numerierung eine Homologisierung der entsprechend bezeichneten Schalen verwandter Formen möglich.

Ebenso wie HAECKEL die Ommatodisciden, habe ich auch meine Sphaeropyliden zunächst in 2 Gruppen eingeteilt nach dem Vorhandensein von einem oder 2 Pylomen und bei den Formen mit einem Pylom habe ich wieder die homaxonen und die monaxonen Arten getrennt.

Subfamilia I: Monostomida, subfam. nov.

Definition: Sphaeropyliden mit nur einem Pylom.

Genus 1: Sphaeropyle, nov. gen.

Definition: Monostomida von vollkommen kugeliger und, vom Pylom abgesehen, homaxoner Gestalt oder doch wenigstens nur höchst wenig zur monaxonen Ausbildung hinneigend.

1. Sphaeropyle Haeckelii, nov. spec. Fig. 53.

Die Form ist vollkommen kugelrund bis auf eine Stelle, welche durch das Pylom abgestutzt ist. Es sind 2 konzentrische Schalen vorhanden, welche beide durch zahlreiche Radialbalken miteinander verbunden sind. Der Durchmesser der äußeren Schale ist doppelt so groß wie der der inneren. Die Poren der Markschale sind regelmäßig hexagonal, ca. 3mal so breit wie die Balken, die der Rindenschale unregelmäßig rundlich, umgeben von hexagonalen Leistenwällen, 2—4mal so breit wie die Balken. Die innere Schale ist dünn, die äußere von mäßiger Dicke und ohne Radialstacheln. Das Pylom ist groß, scharf umrandet und deutlich sichtbar, ungefähr von demselben Durchmesser wie die Markschale; der Rand desselben ist mit zahlreichen Zähnen besetzt.

Durchmesser der 1. Schale: 0,126.
" " 2. Schale: 0,230 : 0,209.
" " Poren der 1. Schale: 0,008.
" " Balken der 1. Schale: 0,003.

Durchmesser der Poren der 2. Schale: 0,011—0,018.
„ „ Balken der 2. Schale: 0,004—0,006.
„ des Pyloms: 0,108.
Länge der Zähne des Pyloms: bis zu 0,018.
Basalbreite derselben: ca. 0,005.
Station 271, Boden.

2. Sphaeropyle Langii, nov. spec. Fig. 54.

Es sind 4 konzentrische Gitterkugeln vorhanden, die Durchmesser derselben verhalten sich zu einander wie 1 : 3 : 9 : 14. Wenn man von dem Pylom und einigen welligen Unebenheiten der äußersten Schale absieht, so sind alle 4 Schalen kugelrund; sie sind dünn und durch relativ wenige Radialbalken verbunden, die sich nach außen in Radialstacheln fortsetzen, dieselben sind ungefähr von gleicher Größe und doppelt so lang wie der Durchmesser der innersten Schale. Die 1. Schale ist nur als Schatten sichtbar und daher ihre Struktur nicht zu erkennen. Die 2. und 4. Schale stimmen in ihrer Struktur überein, ihre Poren sind unregelmäßig rundlich und von ungleicher Größe und etwas breiter wie die Zwischenbalken. Die Poren der 3. Schale dagegen sind ca. 3mal breiter wie die der 2. und 4. Schale und 3—4mal breiter wie ihre Zwischenbalken, ebenfalls sind sie unregelmäßig rundlich und von ungleicher Größe. Die Schalen haben eine glatte Oberfläche. Das Pylom ist groß und als solches gut sichtbar, sein Rand ist mit unregelmäßigen Stacheln resp. Zähnen besetzt.

Durchmesser der 1. Schale: 0,012.
„ „ 2. „ : 0,043.
„ „ 3. „ : 0,112.
„ „ 4. „ : 0,169.
„ „ Poren der 2. und 4. Schale: ca. 0,005.
„ „ Balken der 2. und 4. Schale: 0,003—0,005.
„ „ Poren der 3. Schale: ca. 0,015.
„ „ Balken „ 3. „ : ca. 0,004.
Dicke der Radialbalken und Stacheln: 0,005.
Länge der Stacheln: 0,022.
Durchmesser des Pyloms: 0,072.
Länge der Zähne des Pyloms: ca. 0,010.
Station 241 und 265, Boden.

3. Sphaeropyle Weissenbornii, nov. spec. Fig. 55.

Die Form setzt sich aus 3 konzentrischen, kugelrunden Schalen zusammen, welche sich in ungefähr gleichen Abständen voneinander befinden und durch eine relativ geringe Zahl von Radialbalken miteinander verbunden sind, dieselben setzen sich über die 3. Schale hinaus als Radialstacheln fort, ihre Länge ist bei verschiedenen Individuen verschieden, erreichte aber in vielen Fällen die Länge des Durchmessers des Pyloms. Die 1. Schale ist nur als Schattenriß sichtbar, die Poren der 2. Schale sind von beträchtlicher Größe, unregelmäßig rundlich, ungleich groß, ungefähr 3mal so breit wie die Balken. Die Poren der 3. Schale sind ebenfalls unregelmäßig rundlich und von ungleicher, jedoch weit geringerer Größe wie die der 2. Schale, und bis doppelt so breit wie die Balken. Alle 3 Schalen sind mäßig dick und haben eine glatte Oberfläche. Das Pylom ist von dicht stehenden, langen, spitzen Zähnen von ungleicher Form und Größe umrahmt und deutlich zu sehen. Ich habe diese Art häufig und in verschiedenen Stationen gefunden, sie scheint daher eine weite Verbreitung zu haben. Die verschiedenen zur Beobachtung gekommenen Formen variierten sowohl in der Größe des Pyloms als auch in der Gesamtgröße, bei einigen Exemplaren waren die Poren der 2. Schale mehr regelmäßig rundlich, ja sogar hexagonal. Auch waren zuweilen die Stacheln zahlreicher vorhanden.

Durchmesser der 1. Schale: 0,047.
„ „ 2. „ : 0,144.
„ „ 3. „ : 0,238.
„ „ Poren der 2. Schale: ca. 0,015.
„ „ Balken der 2. Schale: ca. 0,005.
„ „ Poren der 3. Schale: ca. 0,008.
„ „ Balken der 3. Schale: ca. 0,004.

Länge der Radialstacheln durchschnittlich: 0,054.

Basalbreite der Radialstacheln und Dicke der Radialbalken: 0,008.

Länge der Stacheln des Pyloms: ca. 0,030.

Basalbreite der Stacheln des Pyloms: ca. 0,004.

Durchmesser des Pyloms: 0,090.

Bei einigen Exemplaren sind die Poren der 3. Schale von ganz niedrigen, unregelmäßig-polygonalen Leisten umrahmt; da dieselben nur schwer sichtbar sind, sind sie auf der Abbildung vernachlässigt.

Station 265, 271 und 157, Boden.

4. Sphaeropyle heteropora, nov. spec. Fig. 52.

2 kugelrunde konzentrische Schalen sind durch zahlreiche Radialbalken miteinander verbunden, die sich nach außen in kurze Stacheln fortsetzen; der Durchmesser der 2. Schale ist $2^1/_2$ mal größer wie der der ersten. Die erste Kugelschale hat eine glatte Oberfläche, rundliche Poren von ungleicher Größe, ca. 1—2mal so breit wie die Balken. Die Struktur der inneren Schale stimmt überein mit der der äußeren, nur ist diese mit kleinen Stacheln und Papillen besetzt. Eine Stelle aber, welche ca. die Hälfte der sichtbaren Hemisphäre einnimmt und ziemlich gerade in der Mitte nach oben zu liegt, ist durch eine von den übrigen Partien der Schale abweichende Beschaffenheit ausgezeichnet: die Poren, auch hier von ungleicher Größe und Gestalt, sind bis zu ungeheurer Größe angewachsen, während die Balken nicht wesentlich verbreitert sind. Der Rand dieses Feldes ist von Stacheln besetzt, welche durch größere und robustere Form und durch ihr zahlreicheres Auftreten von denen der übrigen Schalenpartien sich unterscheiden. Diese so ausgezeichnete Stelle setzt sich als rundes, von Stacheln umrahmtes Feld ziemlich scharf von den übrigen Teilen der Schale ab. Wir haben hier, allgemein gesprochen, eine relativ starke Ausbildung der radialen Skelettelemente bei gleichzeitiger Auflösung und Degeneration der tangentialen vor uns, mit anderen Worten ein Pylom, welches noch im Entstehen begriffen ist. Das Nähere über die Auffassung und theoretische Bedeutung dieser Form siehe im nächsten Abschnitt.

Durchmesser der 1. Schale: 0,068.
" " 2. " : 0,170.
" " Poren der 1. und 2. Schale: ca. 0,007.
" " Balken der 1. und 2. Schale: ca. 0,004.
" " Radialbalken: 0,005.
Länge der Stacheln der 2. Schale: ca. 0,007.
Basalbreite der Stacheln der 2. Schale: ca. 0,005.
Durchmesser der Poren der Pylomanlage: 0,009—0,029.
" " Balken der Pylomanlage: ca. 0,005.
Basalbreite der Randstacheln der Pylomanlage: 0,007.
Länge der Randstacheln: 0,011 (nach verschiedener Einstellung des Tubus geschätzt).
Station 225, Boden.

5. Sphaeropyle Kükenthalii, nov. spec. Fig. 27.

Beide das Skelett dieser Art zusammensetzenden Schalen sind kugelrund, ihre Durchmesser verhalten sich zu einander wie 2:3; beide Schalen sind dickwandig und haben eine vollkommen glatte Oberfläche. Die Poren der 1. Schale sind unregelmäßig rundlich und von ungleicher Größe, im Durchschnitt doppelt so breit wie die Balken, die Poren der 2. Schale sind ebenfalls verschieden groß und unregelmäßig rundlich, jedoch kleiner wie die der ersten Schale und etwas breiter wie die Balken. Das Pylom ist klein, von einer geringen Zahl von kurzen gedrungenen Stacheln von ungleicher Form und Größe umstellt. Die Dicke der 2. Schale läßt sich als optischer Querschnitt deutlich erkennen.

Durchmesser der 1. Schale: 0,075.
„ „ 2. „ : 0,119.
„ „ Poren der 1. Schale: ca. 0,007.
„ „ Balken der 1. Schale: ca. 0,003.
„ „ Poren der 2. Schale: ca. 0,005.
„ „ Balken der 2. Schale: ca. 0,003.
Dicke der 2. Schale: 0,006.
Durchmesser des Pyloms: 0,032.
Länge der Stacheln des Pyloms: ca. 0,018.
Basalbreite der Stacheln des Pyloms: ca. 0,007.
Station 268, Boden.

6. Sphaeropyle mespilus, nov. spec. Fig. 39.

3 Schalen sind vorhanden, welche durch zahlreiche Radialbalken miteinander verbunden sind. Die letzteren und die beiden inneren Schalen sind nur als Schattenrisse sichtbar, die 1. Schale ziemlich undeutlich, die 2. Schale und die Radialbalken dagegen scharf konturiert. Die 2. Schale ist etwas unregelmäßig. Die 3. Schale ist mit rundlichen Poren von ungleicher Größe versehen, dieselben sind von unregelmäßig-polygonalen Leisten umgeben und ungefähr ebenso breit wie die Balken. Das Pylom ist bei dem vorliegenden Exemplar von 4 Stacheln von annähernd gleicher Größe umgeben und ziemlich klein. Es befindet sich an dem sehr unbedeutend zugespitzten Pole der Schale, was dieselbe etwas oval erscheinen läßt. Diese Abweichung von der Kugelgestalt ist aber so gering, daß die Art gut in dieser Gattung untergebracht werden kann.

Durchmesser der 1. Schale: 0,009.
„ „ 2. „ im Durchschnitt: 0,029.
„ „ 3. „ : 0,072 : 0,086.
Dicke der 3. Schale: 0,005.
Durchmesser der Poren der 3. Schale: 0,004.
„ „ Balken der 3. Schale: 0,004.
„ des Pyloms: 0,018.
Länge der Stacheln des Pyloms: 0,022.
Basalbreite der Stacheln des Pyloms: 0,005.
Station 271, Boden.

7. Sphaeropyle ovulum, nov. spec. Fig. 40.

Diese Form ist ähnlich der vorhergehenden Art, es ist jedoch nur eine einfache Schale vorhanden. Die Schale ist von mäßiger Dicke, auf der Oberfläche glatt, die Poren sind unregelmäßig polygonal, doch sind die 6eckigen vorherrschend, sie sind ca. 3mal so breit, wie die Balken. Auch diese Form ist ein wenig oval, indem sich das Pylom an dem etwas zugespitzten Schalenpole befindet. Es ist klein und durch einige Zähne ausgezeichnet, welche jedoch kleiner sind, wie bei der vorigen Art. Beide Arten sind von sehr geringen Dimensionen.

Durchmesser der Schale: 0,076 : 0,068.
„ „ Poren durchschnittlich: 0,004.
„ „ Balken: kaum 0,002.
Dicke der Schale: 0,005.
Durchmesser des Pyloms: 0,017.
Länge der Zähne des Pyloms: ca. 0,014.
Basalbreite der Zähne des Pyloms: ca. 0,003.
Station 225, Boden.

8. Sphaeropyle Walteri, nov. spec. Fig. 28.

Die äußere Schale ist nach dem Pylom zu etwas zugespitzt, mithin etwas oval, jedoch im ganzen sehr wenig von der Kugelgestalt abweichend. Die Dicke der Schale, als optischer Querschnitt gut sichtbar, ist ziemlich beträchtlich. Die Schalenoberfläche ist glatt, die Poren rund, von ungefähr gleicher Größe und gleichem Durchmesser wie die Balken. In der Mitte der Rindenschale ist eine runde Markschale als Schattenriß sichtbar, ihr Durchmesser beträgt die Hälfte von dem des Lumens der Rindenschale. Die letztere ist überall gleich dick. Da das Pylom durch Stacheln, Zähne etc. nicht verdeckt ist, ist es als solches deut-

lich und scharf umrandet sichtbar, der Rand desselben ist sanft ausgebogt.

Durchmesser der 1. Schale: 0,036.
„ „ 2. „ : 0,102 : 0,108.
Dicke der 2. Schale: 0,007.
Durchmesser der Poren der 2. Schale: 0,004.
„ „ Balken der 2. Schale: 0,004.
„ des Pyloms: 0,022.
Station 225, Boden.

Genus 2: Prunopyle, nov. gen.

Definition: Monostomida von ausgeprägt monaxoner Grundform. An dem einen Pole der Hauptachse liegt das Pylom.

1. Prunopyle pyriformis, nov. spec. Fig. 19.

Das Skelett dieser Art setzt sich aus 2 Schalen zusammen, die durch zahlreiche starke Radialbalken miteinander verbunden sind, ihre Durchmesser verhalten sich zu einander wie $1 : 1^1/_2$. Die innere Schale erscheint als kreisrunder Schattenriß, ihre Struktur ist wegen der dicken äußeren Schale nicht zu erkennen. Die Poren der letzteren sind ziemlich groß, unregelmäßig rundlich, von ungleicher Größe und Entfernung voneinander und von hohen Leistenwällen umgeben, hie und da finden sich Verschmelzungsstadien. Das Pylom an einem Pole der elliptischen äußeren Schale wird von starken großen Stacheln umstanden. An diesem Pole fehlt auch der sonst auf dem optischen Querschnitt deutlich sichtbare Dickendurchmesser der Schale, was, wenn es nicht schon aus der Gruppierung der Stacheln hervorginge, die thatsächliche Existenz einer typischen Pylomöffnung beweist. Das Nähere über die Bedeutung dieser Form siehe im nächsten Abschnitt.

Durchmesser der 1. Schale: 0,079.
„ „ 2. „ : 0,136 : 0,162.
„ „ Poren der 2. Schale: ca. 0,011.
Der Durchmesser der Zwischenbalken ist total verschieden, jedoch viel geringer, wie der der Poren.
Durchmesser der Radialbalken: 0,009.
Dicke der 2. Schale: 0,015.
Durchmesser des Pyloms: 0,047.
Länge der Stacheln des Pyloms: ca. 0,036.
Basalbreite der Stacheln des Pyloms: ca. 0,015.
Station 241, Boden.

2. Prunopyle prunoides, nov. spec. Fig. 25.

Die einzige Schale ist elliptisch, ihre Dicke, als optischer Querschnitt gut sichtbar, ist beträchtlich, die Oberfläche der Schale ist glatt. Die Poren sind rund, ungleich groß und in ungleichen Abständen voneinander, hie und da in gegenseitiger Verschmelzung begriffen, im Durchschnitt sind sie breiter wie die Zwischenbalken. Das Pylom ist klein, jedoch gut sichtbar und von wenigen kurzen Zähnen umrahmt.

Durchmesser der Schale: 0,112 : 0,137.
Dicke der Schale: 0,010.
Durchschnittlicher Durchmesser der Poren: 0,006.
" " " Balken: 0,004.
Durchmesser des Pyloms: 0,025.
Länge der Zähne des Pyloms: ca. 0,014.
Basalbreite der Zähne des Pyloms: 0,006.
Station 225, Boden.

3. Prunopyle Haackei, nov. spec. Fig. 26.

Wie bei der vorhergehenden Art ist auch hier nur eine Schale vorhanden, dieselbe ist oval und sehr dickwandig, auf dem optischen Querschnitt ist die Schalendicke deutlich scharf umgrenzt sichtbar. Die Poren sind rundlich, in der Größe nur wenig verschieden, ungleich weit voneinander entfernt und hie und da in Verschmelzung miteinander begriffen. Sie liegen am Grunde von hohen Leistenwällen und sind daher nach dem Rande der Schale zu unsichtbar, da sie von denselben verdeckt werden. Das Pylom liegt an dem spitzen Pole der ovalen Schale und ist von großen, starken, ein dichtes Nest bildenden Stacheln umrahmt, die letzteren gehen aboralwärts unmerklich in die hohen Leistenwälle über, auch sind sie untereinander zu einem das Pylom umgebenden Wall verwachsen und auch gegen die Schale nicht scharf abgesetzt, es sind daher ihre Maße, da sie als selbständige Gebilde nicht genügend gegen die Umgebung abgegrenzt sind, nur mit einiger Willkür zu bestimmen.

Durchmesser der Schale: 0,187 : 0,216.
Dicke der Schale: 0,025.
Durchmesser der Poren: ca. 0,011.
" " Balken: ca. 0,007.
Durchmesser des Pyloms: 0,090.
Länge der Stacheln des Pyloms: ca. 0,040.

Basalbreite der Stacheln des Pyloms: ca. 0,018.
Station 268, Boden.

4. Prunopyle Waltheri, nov. spec. Fig. 36.

Das Skelett dieser Form setzt sich zusammen aus einer kugelrunden Mark- und einer elliptischen Rindenschale, welche beide durch zahlreiche Radialbalken miteinander verbunden sind, der Durchmesser der ersteren beträgt die Hälfte des kleinen Durchmessers der letzteren. Die innere Schale ist von mittlerer Dicke, ihre Oberfläche ist glatt, die Poren sind groß, etwa 2- bis 3mal breiter wie die Balken, rundlich und von ungleicher Größe. Die Rindenschale ist ziemlich dick, ungefähr doppelt so dick wie die Markschale, ihre Dicke ist auf dem optischen Querschnitt deutlich sichtbar, während man bei der Markschale nur einen dunkleren peripheren Schattenriß sieht. Die Poren der Rindenschale sind ebenfalls unregelmäßig rundlich, jedoch ca. halb so groß wie die der Markschale, sie sind ungleich groß, etwa 2mal breiter wie die Balken und liegen tief am Grunde von unregelmäßig-hexagonalen Leistenwällen. Das an dem einen Pole der elliptischen Schale liegende Pylom ist von einem dichten Neste von unregelmäßigen kurzen Zacken umgeben, welche durch allmähliche Übergänge in die Leistenwälle der Poren übergehen.

Durchmesser der 1. Schale: 0,090.
" " 2. " : 0,176 : 0,202.
" " Radialbalken: 0,005.
Dicke der 2. Schale: ca. 0,012.
Durchmesser der Poren der 1. Schale: ca. 0,011.
" " Balken der 1. Schale: ca. 0,005.
" " Poren der 2. Schale: ca. 0,010.
" " Balken der 2. Schale: ca. 0,005.
" des Pyloms: 0,068.
Höhe der Zacken des Pyloms: 0,015.
Basalbreite der Zacken des Pyloms: 0,007.
Station 271, Boden.

5. Prunopyle Burbachii, nov. spec. Fig. 34.

Die äußere Schale ist elliptisch, wegen ihrer sehr bedeutenden Dicke, die übrigens als optischer Querschnitt gut sichtbar ist, erscheint eine noch vorhandene kugelrunde innere Schale samt den Radialbalken nur als Schattenriß. Die Oberfläche der 2. Schale ist mit hohen Stachelleisten bedeckt, woher es kommt, daß die

Poren der seitlichen Schalenpartien, da sie von den Leisten verdeckt werden, nicht sichtbar sind. Die Poren sind regelmäßig kreisrund, jedoch von ungleicher Größe und Entfernung voneinander, hie und da bis nahe zur gegenseitigen Verschmelzung kommend. Das an dem einen Pole der Schale befindliche Pylom ist von einem dichten Stachelbüschel umgeben. Der kleine Durchmesser der äußeren Schale ist etwas mehr als doppelt so groß, wie die der inneren.

Durchmesser der 1. Schale: 0,061.
„ „ 2. „ : 0,144 : 0,158.
Dicke der Radialbalken: 0,006.
„ „ 2. Schale: 0,018.
Durchmesser der Poren der 2. Schale: 0,007—0,011.
„ „ Balken der 2. Schale: 0,003—0,007.
„ des Pyloms: 0,057.
Länge der Stacheln des Pyloms: ca. 0,022.
Basalbreite der Stacheln des Pyloms: ca. 0,009.
Station 271, Boden.

6. Prunopyle petrosa, nov. spec. Fig. 38.

Die einzige vorhandene Schale ist oval und linsenförmig plattgedrückt und ist von ganz außerordentlicher Dicke. Die Poren sind rundlich, im Durchschnitt breiter wie die Balken, von ungleicher Größe und Entfernung voneinander, hie und da in gegenseitiger Verschmelzung begriffen. Während die Poren in der Mitte der Schale senkrecht durch dieselben hindurchgehen, dringen sie an den peripheren Schalenpartien schief ein, die Schalenoberfläche ist ziemlich glatt. An dem stumpfen Pole der ovalen Schale befindet sich ein großes Pylom, dasselbe ist von dicht stehenden, unregelmäßig und bizarr geformten mächtigen Stachel- und Zackengebilden umgeben. Abgesehen von der linsenförmigen Abplattung, zeichnet sich diese Form durch die dicke, außerordentlich massige Entwicklung ihres Kieselskelettes aus. Es war nicht gut möglich, die Maße der Pylomzacken zu geben, da dieselben als selbständige Gebilde nicht isoliert sind, sondern mit der Schale und unter sich in engstem Zusammenhange stehen.

Durchmesser der Schale: 0,162 : 0,216.
Durchschnittliche Dicke der Schale: 0,021.
Durchmesser der Poren: ca. 0,009.
„ der Balken: ca. 0,007.
„ des Pyloms: 0,144.
Station 268, Boden.

7. Prunopyle craticulata, nov. spec. Fig. 35.

Es sind 2 konzentrische Schalen vorhanden. Die äußere Schale ist oval und ziemlich dickwandig, daher ist die innere Schale nur als Schattenriß sichtbar. Sie ist kugelrund und relativ groß, ihr Durchmesser verhält sich zu dem kleinen Durchmesser der 2. Schale wie 2:3. Die Oberfläche der äußeren Schale ist mit Zackenreihen resp. -leisten bedeckt, die Poren sind rundlich, von nicht ganz gleicher Größe und in ungleichen Zwischenräumen voneinander, an der Peripherie der Schale sind sie durch die Zackenreihen verdeckt. Das Pylom befindet sich an dem spitzen Pole der Schale, es ist von einigen Stacheln umstellt, welche durch eine dünne Membran untereinander verbunden sind, letztere umgiebt das Pylom wie eine Kraterwand, über die die Spitzen der Stacheln nur wenig hervorragen. Die Poren stehen in so ungleichen Entfernungen voneinander, daß bestimmte Maßangaben über die Breite der Zwischenbalken nicht zu machen sind.

Durchmesser der 1. Schale: 0,108.
" " 2. " : 0,176 : 0,187.
Dicke der 2. Schale: 0,012.
Durchmesser der Poren: ca. 0,007.
" des Pyloms: 0,072.
Höhe der Pylomwand: 0,022.
Basalbreite der Stacheln: ca. 0,009.
Station 241, Boden.

8. Prunopyle Semoni, nov. spec. Fig. 37.

Diese Art setzt sich aus 3 konzentrischen Schalen zusammen, die beiden inneren Schalen sind nur als schwache Schattenrisse sichtbar, die 1. ist kugelrund, die 2. elliptisch, die Radialbalken sind nur in undeutlichen Spuren sichtbar und daher auf der Abbildung ganz weggelassen. Die 3. Schale ist ebenfalls elliptisch, ziemlich dick und hat eine glatte Oberfläche. Die Poren sind rundlich, ungleich groß und ungleich weit voneinander entfernt, es finden sich unter ihnen verschiedene Stadien der Annäherung und Verschmelzung. Im Durchschnitt sind die Poren $1/2$-doppelt so breit wie die Zwischenbalken. Das Pylom, von mäßiger Größe, ist als solches deutlich sichtbar und von ganz unregelmäßigen Ausfranzungen der Schale, auf welche sich die Poren teilweise fortsetzen, umgeben, Die Durchmesser der 3 Schalen verhalten sich zu einander wie 1:3:5.

Durchmesser der 1. Schale: 0,043.
„ „ 2. „ : 0,101 : 0,119.
„ „ 3. „ : 0,198 : 0,2.
Dicke der 3. Schale: 0,013.
Durchmesser der Poren der 3. Schale: ca. 0,005.
„ „ Balken „ 3. „ : ca. 0,003.
„ des Pyloms: 0,079.
Station 268, Boden.

9. Prunopyle solida, nov. spec. Fig. 29.

Es sind 2 Schalen vorhanden, die äußere Schale ist elliptisch, am aboralen Pole etwas abgestutzt; die innere Schale ist kugelrund, sie ist jedoch wegen der großen Dicke der äußeren Schale nur als Schattenriß, jedoch deutlich und relativ scharf konturiert sichtbar, die Radialbalken dagegen sind nur in Spuren und auch dann sehr undeutlich zu sehen, sie sind daher auf der Abbildung ganz weggelassen. Der kleine Durchmesser der 2. Schale ist etwas mehr wie doppelt so groß wie der der ersten. Die Oberfläche der Rindenschale ist glatt, die Poren sind rundlich, ungleich groß und ungleich weit voneinander entfernt, im Durchschnitt sind sie gut doppelt so breit wie die Balken, hie und da finden sich Annäherungs- und Verschmelzungsstadien. Die Dicke der äußeren Schale, auf dem optischen Querschnitt gut sichtbar, ist sehr beträchtlich. Das Pylom ist klein und als solches scharf umrandet deutlich zu sehen, sein Rand ist mit einigen kleinen Zähnchen besetzt, dieselben sind jedoch als selbständige Gebilde nicht deutlich abgesetzt und deshalb auch nicht gut meßbar, mit demselben Rechte könnte man den Rand des Pylom auch ausgebuchtet nennen. Die Dicke der äußeren Schale ist an beiden Polen beträchtlicher wie am Äquator.

Durchmesser der 1. Schale: 0,057.
„ „ 2. „ : 0,135 : 0,191.
Durchschnittliche Dicke der 2 Schale: 0,020.
Durchmesser der Poren der 2. Schale: ca. 0,010.
„ „ Balken „ 2. „ : ca. 0,005.
„ des Pyloms: 0,032.
Station 268, Boden.

10. Prunopyle monocyrtis, nov. spec. Fig. 23.

Die einzige vorhandene Schale ist oval, ihre Oberfläche ist ein wenig uneben, dagegen ohne Stacheln, Leisten, Borsten etc.

Die Schale ist dick, die Dicke ist auf dem optischen Querschnitt gut sichtbar. Die Poren sind relativ ansehnlich, meist zwei bis mehrere zu einer Oeffnung verschmolzen und daher die Gestalt derselben von ungleicher Größe und Form. Das innere Lumen der Schale ist elliptisch, die äußere ovale Form wird nur dadurch bedingt, daß die Schalendicke nach dem spitzen Pole hin zunimmt. An diesem Pole befindet sich auch das Pylom, dasselbe ist klein und von kleinen unbedeutenden Zacken umgeben.

Durchmesser der Schale: 0,104 : 0,137.
Durchschnittliche Dicke der Schale: 0,009.
Dicke der Schale am Pylom: 0,018.
Durchmesser der Poren: 0,011—0,025.
„ der Balken: ca. 0,008.
„ des Pyloms: 0,025.
Station 271, Boden.

11. Prunopyle antarctica, nov. spec. Fig. 75.

Das Skelett dieser Art besteht aus 4 konzentrischen Schalen, welche durch zahlreiche Radialbalken miteinander verbunden sind. Die 3 ersten Schalen sind kugelrund, die 4. ist oval, die beiden ersten und die Radialbalken sind nur als Schattenrisse, jedoch deutlich, sichtbar. Je 2 innere und je 2 äußere Schalen liegen dichter beisammen und sind durch einen größeren Zwischenraum voneinander getrennt. Die Durchmesser der 4 Schalen verhalten sich zu einander wie 1 : 3 : 7 : 9, ganz genau lassen sich diese Maße nicht geben, weil die Schattenrisse der Schalen etwas breit und verschwommen sind. Die Poren der 3. Schale sind rundlich, von ungleicher Größe und Entfernung voneinander, ziemlich groß, ca. 3—4mal breiter wie die Zwischenbalken, die Größen- und Entfernungsdifferenzen sind jedoch nicht bedeutend, an der Peripherie der Schale sind die Poren nicht mehr deutlich sichtbar. Die Poren der äußersten 4. Schale sind klein, rundlich und so in Gruppen zusammenstehend, daß auf je eine unmittelbar darunterliegende große Masche der 3. Schale eine Gruppe von ca. 3—7 kleinen Poren entfällt. Die Dicke der 4. Schale ist zwar auf dem optischen Querschnitt nicht genau sichtbar, sie scheint aber ziemlich beträchtlich zu sein. Da nun, abgesehen von beiden Polen, an denen die tangentialen Strukturverhältnisse so wie so durch das Pylom und die Stachelbildungen gestört sein werden, die beiden äußeren Schalen dicht untereinander liegen, kommen sie durch die wahrscheinlich beträchtliche Dicke der 4. Schale

vielleicht noch ganz zur Berührung oder sogar Verschmelzung, wodurch sich der Einfluß der Poren der 3. Schale auf die Anordnung derjenigen der 4. erklären würde [1]). Die Poren der seitlichen Partieen der 4. Schale werden durch die ganze Schalenoberfläche bedeckende Zackenleisten resp. -wälle verdeckt. Einzelne wenige Stacheln sind auf den äquatorialen Teilen der Schale verstreut, an der Umrahmung des Pyloms dagegen stehen zahlreichere, und am dichtesten, zu einem Stachelnest zusammengedrängt, stehen sie am aboralen Pol. Die Stacheln sind von ungleicher Größe, alle aber dick und massig, die meisten, wie es scheint, 3kantig. Das Pylom ist deutlich sichtbar, scharf umrandet und mit Stacheln besetzt.

Durchmesser der 1. Schale: 0,015.
„ „ 2. „ : 0,061.
„ „ 3. „ : 0,097.
„ „ 4. „ : 0,126 : 0,158.
Dicke der Radialbalken: 0,004.
Durchmesser der Poren der 3. Schale: ca. 0,015.
„ „ Balken „ 3. „ : ca. 0,004.
„ „ Poren „ 4. „ : ca. 0,004.
„ „ Balken „ 4. „ (innerhalb einer Gruppe): ca. 0,003.
Länge der Stacheln: 0,007—0,029.
Basalbreite der Stacheln: 0,007—0,014.
Dnrchmesser des Pyloms: 0,032.
Station 157, Boden.

Subfamilia II: Amphistomida, subfam. nov.

Definition: Sphaeropyliden mit 2 Pylomen, je eins an jedem Pole der Hauptachse.

Da die in der vorhergehenden Subfamilie als Einteilungsmerkmal verwendeten Achsenverhältnisse der Schale hier nicht in Betracht kommen, da jede mit 2 gegenständigen Pylomen versehene Form in der Richtung der Hauptachse mehr oder weniger in die Länge gezogen ist, vereinige ich alle hierher gehörigen Arten unter einer Gattung.

1) Die Erscheinung, daß kleinere Poren gruppenweise in größeren Poren liegen oder von Leisten umrahmt werden, findet sich, wenn auch nicht gerade häufig, so doch in den verschiedensten Gruppen der Radiolarien. Ich werde auf diesen Punkt in einem der nächsten Hefte dieser „Studien“ ausführlicher zurückkommen.

(Einziges) Genus 1: Stomatosphaera, nov. gen.
Definition: Mit der Charakteristik der Subfamilie.

1. Stomatosphaera dinoceras, nov. spec. Fig. 76.

Die 3 konzentrischen Schalen, durch zahlreiche Radialbalken miteinander verbunden, sind elliptisch, ihre Durchmesser verhalten sich ungefähr zu einander wie 1 : 2 : 3. Von den beiden inneren Schalen und den Radialbalken sieht man nur den Schattenriß. Die äußere Schale ist von mittlerer Dicke, die Poren sind ungleich groß, rundlich, bis doppelt so breit wie die Balken und von unregelmäßig-polygonalen Leistenwällen umgeben. Die 3. Schale ist an ihren beiden Polen durch je ein Pylom abgestutzt, die Pylome sind von etwas verschiedener Größe. Zahlreiche Stacheln sind über die ganze Schalenoberfläche verstreut, in der Umgebung der Pylome nehmen dieselben ganz abnorme Dimensionen an und erreichen neben großer Dicke das Doppelte des Durchmessers der ganzen Schale. Die Stacheln scheinen walzenrund zu sein. Am vorliegenden Exemplar sind am kleineren Pylom ein, am größeren 3—5 riesige Stacheln erhalten. Die Stacheln der Schalenoberfläche sind leider fast alle mit abgebrochener Spitze, es läßt sich ihre Länge aber ungefähr erschließen aus ihrer Dicke, jedenfalls sind sie weit kleiner wie die riesigen Stacheln in der Umgebung der Pylome.

Durchmesser der 1. Schale: 0,065 : 0,079.
„ „ 2. „ : 0,101 : 0,126.
„ „ 3. „ : 0,180 : 0,180.
Dicke der 3. Schale: 0,007.
Durchmesser der Poren der 3. Schale: ca. 0,010.
„ „ Balken „ 3. „ : ca. 0,005.
Länge der Stacheln: 0,036—0,270.
Basalbreite der Stacheln: 0,004—0,014.
Durchmesser der Pylome: 0,072 und 0,108.
Station 244, Boden.

2. Stomatosphaera amphistoma, nov. spec. Fig. 30.

Auch diese Art setzt sich aus 3 konzentrischen elliptischen Schalen zusammen, deren Durchmesser sich ungefähr zu einander verhalten wie 1 : 2 : 3. Die 1. Schale und die Radialbalken sind nur als Schattenriß sichtbar. Die 2. Schale ist dünn und hat eine glatte Oberfläche, ihre Poren sind groß, kreisrund, von etwas verschiedener Größe, etwa 3—4 mal breiter wie die Balken. Die

3. Schale ist ziemlich dünn und hat ebenfalls eine glatte Oberfläche, ihre Poren sind unregelmäßig rundlich, von verschiedener Größe, etwa 2—3mal kleiner wie die der 2. Schale. Die beiden polständigen Pylome sind etwas verschieden groß und von kleinen Zähnchen resp. Auszackungen der Schale umgeben, die jedoch nicht als selbständige Gebilde imponieren.

Durchmesser der 1. Schale: 0,029 : 0,036.
„ „ 2. „ : 0,066 : 0,080.
„ „ 3. „ : 0,101 : 0,119.
„ „ Poren der 2. Schale: ca. 0,011.
„ „ Balken der 2. Schale: ca. 0,004.
„ „ Poren der 3. Schale: ca. 0,007.
„ „ Balken der 3. Schale: ca. 0,005.
„ „ Pylome: 0,036 und 0,025.

Station 225, Boden.

Während die im Vorhergehenden beschriebenen Formen mit Pylom versehene Sphaeroideen[1]) waren, gehören die nun folgenden Arten zur Ordnung der Discoideen. Von hierher gehörigen Formen waren bis jetzt 10 Arten bereits bekannt, welche sich teils auf die Familie der Porodisciden, teils auf die der Pylodisciden verteilen. Der Vollständigkeit halber, und um den Vergleich zu erleichtern, gebe ich auch die Diagnosen dieser alten Arten wörtlich nach Haeckel's „Report on the Radiolaria collected by H. M. S. Challenger“ wieder. Während ich die Zahl der bekannten Arten aus der Subfamilie der Ommatodisciden um das Doppelte erhöhen konnte, konnte ich den beiden zur Familie der Pylodisciden gehörigen Arten der Gattung Discopyle leider keine neuen hinzufügen. Außerdem habe ich noch pylomatische Discoideen aus den Familien der Phacodisciden und Spongodisciden gefunden und habe dieselben nach dem Vorgange Haeckel's den betreffenden Familien in entsprechender Weise eingereiht.

Von Phacodisciden habe ich nur eine Form mit Pylom namhaft zu machen, zweifle jedoch nicht, daß durch spätere Untersuchungen die Zahl der hierher gehörigen Arten vermehrt werden wird. Ich halte es für das Beste, ebenso wie Haeckel die Ommatodisciden als Subfamilie den Porodisciden eingefügt hat, den 3 Subfamilien der Phacodisciden eine neue hinzuzufügen, deren einzigem Genus ich die neue Art unterordne.

---

1) Vergleiche jedoch das im VI. Abschnitt über die Familie der Sphaeropylida Gesagte.

Phacodiscida. Subfamilia IV: Phacopylida, subfam. nov.

Definition: Mit Pylomen versehene Phacodisciden.

(Einziges) Genus 1: Phacopyle, nov. gen.

Definition: Phacodisciden mit einem[1]) Pylom.

1. Phacopyle stomatopora, nov. spec. Fig. 10.

Beide das Skelett dieser Art zusammensetzenden linsenförmig abgeplatteten Schalen sind elliptisch und durch zahlreiche starke Radialbalken miteinander verbunden. Beide stimmen in ihrer Struktur im wesentlichen miteinander überein: sie sind dünnwandig und mit ganz unregelmäßigen rundlichen Poren versehen, welche im Durchschnitt gut doppelt so breit sind wie die Zwischenbalken. Die äußere Schale ist mit verstreut stehenden kleinen Papillen bedeckt, außerdem bedingen die dicken, von innen an die Schale herantretenden Radialbalken Unebenheiten, von denen 3 an der dem Pylom gegenüberliegenden Stelle des Scheibenrandes besonders in die Augen fallen. Im übrigen hat die äußere Schale sowohl als die innere eine glatte Oberfläche. Das Pylom ist scharf umrandet, ohne jede radiären Randgebilde, wie sie sonst als Stacheln, Zacken etc. fast ausnahmslos vorkommen; es macht ganz den Eindruck einer ungeheuer vergrößerten Schalenpore, das Nähere über diese Auffassung und die theoretische Bedeutung dieser Form siehe übrigens im nächsten Abschnitt. Abgesehen von der eben berührten Eigentümlichkeit zeichnet sich diese Art noch dadurch aus, daß das Pylom nicht an einem spitzen Pole der elliptischen Schale liegt, sondern in der Mitte eines ihrer langen Ränder. Außerdem nimmt das Pylom zur langen Achse der elliptischen Schale eine geneigte Stellung ein, wodurch die Grundform der äußeren Schale aus der elliptischen in die eudipleure (bilateral-symmetrische) übergeht. Über die Auffassung dieser Erscheinung siehe das Nähere im 4. Abschnitt. Die Durchmesser beider Schalen verhalten sich zu einander wie 1:2.

Durchmesser der 1. Schale: 0,047:0,061.
„ „ 2. „ : 0,112:0,126.

---

1) Falls sich später noch solche Formen finden sollten, welche mit 2 Pylomen versehen sind, würden diese in einem 2. Genus unterzubringen sein, welches sich zu obigem verhielte, wie bei den Porodisciden Stomatodiscus zu Ommatodiscus.

Dicke der Radialbalken: 0,005.
Durchmesser der Poren beider Schalen: 0,003—0,015.
„ „ Balken beider Schalen: 0,003—0,007.
„ des Pyloms: 0,040.
Station 225, Boden.

Porodiscida: Subfamily 3. Ommatodiscida [1]),
STÖHR, 1880, loc. cit., p. 115—117.

Definition. — Porodiscida without radial appendages of the concentrically annulated disk, but distinguished by one single or two opposite large marginal oscula, or wide openings on the margin of the disk, armed with a coronet of spines.

Auf Grund der mir zur Beobachtung gekommenen und hier beschriebenen neuen Ommatodisciden halte ich es für angebracht, die Diagnose dieser Gruppe in etwas weiterem Sinne zu fassen. Erstens habe ich außer Formen mit konzentrischen Ringbalken sowohl solche mit typischem Spiralbalken, als auch solche mit in Auflösung resp. Degeneration begriffenem unregelmäßigen Balkenwerk gefunden. Weiter ist die Ausstattung des Pyloms mit radialen Randgebilden wohl Regel, bei einigen Formen sind sie dagegen kaum in Spuren vorhanden, so daß man unmöglich von Randstacheln sprechen kann, und ebenso erleidet der Mangel der radialen Randgebilde der Scheibe einige, wenn schon geringe Ausnahmen. Da diese Merkmale nicht ausnahmslos vorhanden sind, werden sie am besten aus einer Diagnose der betreffenden Gruppe zu eliminieren sein, das hindert natürlich nicht, daß sie theoretisch von Wichtigkeit sein können; dies gilt besonders von der in der Regel starken Ausbildung radialer Gebilde am Rande des Pyloms bei ihrem gleichzeitigen Mangel am Rande der Scheibe und es wird dieses Verhältnis im IV. Abschnitte als interessante Korrelationserscheinung der Pylombildung auch seine Würdigung finden.

Hiernach würde also die Diagnose der Ommatodisciden in einfacherer Form lauten: Porodisciden mit einem oder 2 sich gegenüberstehenden randständigen Pylomen.

1) HAECKEL, Report, pag. 500—503.

Genus 1: Ommatodiscus, Stöhr, 1880, loc. cit.

Definition. — Porodiscida without chambered arms and radial spines on the margin of the circular or elliptical disk, but with one large marginal osculum or opening surrounded by a coronet of spines.

In derselben Weise modifiziert wie die Definition der Subfamilie lautet diese Diagnose: Ommatodisciden mit nur einem Pylom am Rande der runden oder elliptischen resp. ovalen Scheibe.

Subgenus 1. Ommatodiscinus, Haeckel.

Definition. — Disk circular.

1. Ommatodiscus decipiens, Stöhr.

Ommatodiscus decipiens, Stöhr, 1880, Taf. VI, figs. 8, 8a.

Disk circular, with two chambered rings around the spherical central chamber, of equal breadth. Chambers twice as high as broad. Pores very small, one-third as broad as the bars between them, two on the breadth of each ring. Osculum of the same breadth as the central chamber, surrounded by numerous very short teeth.

Dimensions. — Diameter of the disk 0,12; breadth of the central chamber and of each ring 0,03; pores 0,0015.

Habitat. — Fossil in Tertiary rocks of Sicily, Grotte (Stöhr).

2. Ommatodiscus Stöhrii, Haeckel.

Disk circular, with three chambered rings around the spherical central chamber, of equal breadth. Chambers broader than high. Pores of the same breadth as the bars between them, four on the breadth of each ring. Osculum of the same breadth as the central chamber, surrounded by a corona of ten to twenty thin, bristle-shaped teeth, as long as its diameter.

Dimensions. — Diameter of the disk 0,2; breadth of the central chamber and of each ring 0,03; pores 0,004.

Habitat. — North Pacific, Station 244, depth 2900 fathoms.

3. Ommatodiscus circularis, Haeckel.

Disk circular, with four circular chambered rings around the spherical central chamber of increasing breadth; the fourth ring twice as broad as the second. Chambers about as broad as high. Pores large, twice as broad as the bars, one to two on the breadth

of each ring. Osculum twice as broad as the central chamber, surrounded by a coronal of strong conical teeth, twice as long as its diameter.

Dimensions. — Diameter of the disk, 0,18; breadth of the central chamber and inner rings 0,015, of the outer rings 0,03; pores 0,01.

Habitat. — South Pacific, Station 295, depth 1500 fathoms.

4. Ommatodiscus Murrayi, nov. spec. Fig. 56.

Die kreisrunde Form des Schalenumrisses ist etwas gestört durch die wellige und höckerige Beschaffenheit des Scheibenrandes. Das Balkenwerk ist in Auflösung begriffen, nur die kreisrunde Zentralkammer ist noch erhalten, sonst sind nur noch unregelmäßige Balkenfragmente vorhanden, bei denen man nicht mehr eine Spiral- oder Ringform unterscheiden kann. Die Poren sind rundlich, sehr klein, ihr Durchmesser beträgt ungefähr den 2. bis 3. Teil ihres durchschnittlichen Abstandes voneinander. Die Oberfläche der Schale ist durch wellige und leicht höckerige Beschaffenheit etwas uneben, aber nicht bedeutend genug, als daß es auf der Abbildung durch Schattierung hätte wiedergegeben werden können. In der Umgebung des Pyloms weicht die einheitliche Siebplatte einer unregelmäßigen Struktur der Schale. Das Pylom ist von breiten Auszackungen der Schale umgeben, dieselben sind kurz und gehen unmerklich in die Schale über. Das Pylom selber ist deutlich als solches sichtbar. Die Abweichung der Schale von der kreisrunden Form ist so unbedeutend, daß die Form gut in diesem Subgenus ihren Platz finden kann.

Durchmesser der Schale: 0,097.
" " Poren: 0,003.
" des Pyloms: 0,029.
Station 225, Boden.

Subgenus 2. Ommatodisculus, Haeckel.

Definition. — Disk elliptical (oder oval).

5. Ommatodiscus Haeckelii, Stöhr.

Ommatodiscus Haeckelii, Stöhr, 1880, loc. cit. Taf. VI figs. 7, 7a.

Disk elliptical (6:7), with four cambered rings around the elliptical central chamber of equal breadth. Chambers about as high as broad. Pores small, half as [illegible] bars, two on

the breadth of each ring. Osculum three times as broad as the central chamber, surrounded by a crown of strong conical teeth.

Dimensions. — Length of the disk 0,18; breadth 0,16; breadth of each ring and of the central chamber 0,02; pores 0,003.

Habitat. — Fossil in Tertiary rocks of Sicily, Grotte (Stöhr), Caltanisetta (Haeckel).

6. Ommatodiscus laevigatus, Stöhr.

Ommatodiscus laevigatus, Stöhr, 1880. loc. cit. Taf. VI, figs. 9, 9a.

Disk elliptical (3:4), with three chambered rings around the circular central chamber, the third ring half as broad as the second. Chambers twice as high as broad. Pores very small, one-third as broad as the bars. Osculum twice as broad as the central chamber, armed with a crown of short conical teeth.

Dimensions. — Length of the disk 0,15; breadth 0,11; breadth of inner rings 0,02; of the outer 0,01; pores 0,0017.

Habitat. — Fossil in Tertiary rocks of Sicily, Grotte (Stöhr). Außerdem fand ich diese Art in der Bodenprobe von Station 271.

7. Ommatodiscus fragilis, Stöhr.

Ommatodiscus fragilis, Stöhr, 1880, loc. cit. Taf. VI, figs. 10, 10a.

Disk elliptical (4:5), with five chambered rings around the elliptical central chamber, the fifth ring twice as broad as each of the others. Chambers about as high as broad. Pores very small, one-fifth as broad as the bars. Osculum three times as broad as the central chamber, surrounded by a coronet of short teeth.

Dimensions. — Length of the disk 0,17; breadth 0,13; breadth of the inner rings 0,01; of the outer 0,02; pores 0,001.

Habitat. — Fossil in Tertiary rocks of Sicily and Barbados; living in depths of the Tropical Atlantic and Pacific, Station 353, depth 2965 fathoms; Station 265, depth 2900 fathoms, etc.

8. Ommatodiscus amphiacanthus, nov. spec. Fig. 57.

Die Scheibe ist regelmäßig elliptisch, das Ringbalkensystem ist, abgesehen von der kleinen kreisrunden Zentralkammer, wie es scheint, schon auf dem Wege zur Degeneration begriffen; außer der Zentralkammer sind 2 Ringbalken vorhanden, dieselben sind von unregelmäßig elliptischer Form und an einigen Stellen unterbrochen. Auch die Radialbalken sind unregelmäßig verteilt und teilweise nur fragmentarisch vorhanden. Die Schalenoberfläche ist

glatt, die kleinen rundlichen Poren liegen in Gruppen von 2—6 Stück in größeren Poren resp. Ringleisten von unregelmäßiger Form beisammen. Die kleinen Poren sind ca. ebenso breit wie ihre Zwischenbalken, die großen ungefähr 2—5mal breiter wie die zu ihnen gehörigen Balken. Der Rand der Scheibe ist glatt, nur am aboralen Pole sitzen 3 Stacheln, der mittlere ist am größten, die beiden seitlichen sind kleiner. Das Pylom ist scharf umrandet und deutlich sichtbar, sein Rand ist mit schlanken, spitzen Stacheln besetzt.

Durchmesser der Schale: 0,094 : 0,122.
„ „ kleinen Poren: 0,004.
„ ihrer Zwischenbalken: 0,004.
„ der großen Poren: ca. 0,012.
„ ihrer Zwischenbalken: ca. 0,005.
„ des Pyloms: 0,036.
Länge der Pylomstacheln: ca. 0,018.
Basalbreite der Pylomstacheln: 0,003.
Länge des mittleren aboralen Stachels: 0,007.
Basalbreite des mittleren aboralen Stachels: 0,005.
Station 271, Boden.

9. Ommatodiscus variabilis, nov. sp. Fig. 58.

Die Schale ist etwas unregelmäßig elliptisch. Außer einer kreisrunden Zentralkammer ist ein elliptischer Ringbalken vorhanden und am aboralen Pol der Ansatz zu einem zweiten, die Ringbalken werden durch zahlreiche Radialbalken untereinander verbunden. Die Poren sind ungleich groß, unregelmäßig rundlich, von mittlerer Größe, im Durchschnitt so breit wie die Balken. Die Schalenoberfläche ist ein wenig runzlich. Das Pylom ist groß und gut zu sehen, es ist von kleinen Zähnchen resp. Auszackungen der Schale umgeben.

Ähnliche Formen von kleineren und oft sehr kleinen Dimensionen habe ich wiederholt mit Ommatodiscus variabilis zusammen und auch in verschiedenen anderen Stationen gefunden, sie machten ganz den Eindruck von Jugendformen, und habe ich sie daher einer besonderen Beschreibung nicht unterzogen. Sie konnten als Jugendstadien sowohl zu diesen als auch zu anderen Ommatodiscidenarten gehören, wegen ihres indifferenten Charakters ließ sich dies jedoch nicht entscheiden.

Durchmesser der Scheibe: 0,073 : 0,118.
„ des 1. Ringbalkens (Zentralkammer): 0,025.

Durchmesser des 2. Ringbalkens: 0,061 : 0,066.
„ der Poren: ca. 0,004.
„ „ Balken: ca. 0,004.
„ des Pyloms: 0,036.
Station 225, Boden.

10. Ommatodiscus bathybius, nov. sp. Fig. 59.

Die Scheibe hat die Form einer sehr langgestreckten, etwas unregelmäßigen Ellipse, sie ist über doppelt so lang als breit. Eine kreisrunde Zentralkammer wird von einem Ringbalken umgeben. Letzterem sitzen die jedenfalls ursprünglich zusammengehörigen polaren Abschnitte eines dritten Ringbalkens kuppelförmig auf, und an beiden Polen der Schale findet sich noch der Ansatz zu einem 4. Ringbalken. Es sind nur 2 Radialbalken deutlich sichtbar, welche mit der Hauptachse der Schale zusammenfallen, der eine zieht vom Pylom zur Zentralkammer, der andere von der Zentralkammer zum aboralen Pol. Diese beiden Radialbalken beeinflussen die Ringbalken in der Weise, daß letztere sich an denselben zentralwärts ein Stück einbiegen. Der Grad dieses Einflusses war bei verschiedenen Individuen der Art verschieden, bei einigen wurde sogar die Form der Zentralkammer bedeutend modifiziert, so daß dieselbe nicht mehr rund, sondern beiderseits in der Richtung der Hauptachse eingeschnürt erschien. Die Poren sind klein, rundlich, ungefähr so breit wie ihre Zwischenbalken und liegen in Gruppen von 2—5 Stück in Ringleisten resp. größeren Poren vereinigt, letztere sind ca. doppelt so breit wie ihre Zwischenbalken. Das Pylom ist deutlich sichtbar, von mäßiger Größe und von kleinen Zähnchen resp. Auszackungen der Schale umrahmt.

Durchmesser der Scheibe: 0,072 : 0,162.
„ „ kleinen Poren: 0,004.
„ ihrer Zwischenbalken: 0,004.
„ der großen Poren: 0,008.
„ ihrer Zwischenbalken: 0,005.
„ des Pyloms: 0,025.
Station 225, Boden.

Diese Form hat ziemliche Ähnlichkeit mit dem von Haeckel in derselben Station gefundenen Stomatodiscus osculatus, nur hat sie, abgesehen von dem Besitz nur eines Pyloms, eine glatte und keine dornige Schalenoberfläche und fehlt ihr die bei jenem stark ausgebildete Stachelkrone am Pylom. Der von Haeckel ab-

gebildete (Report, Plate 48, Fig. 8) Stomatodiscus osculatus hat zwar nur (inkl. Zentralkammer) 3 Ringbalken, ich habe jedoch auch von vorliegender Art Exemplare gefunden, denen die polaren Ansätze eines 4. Ringbalkens fehlten, während ich andererseits, ebenfalls in derselben Station, einen Stomatodiscus osculatus mit 4 typischen Ringbalken vorfand. Da sowohl vorliegender Ommatodiscus und Stomatodiscus als auch die eben besprochenen Variationen beider ausschließlich in derselben Station gefunden worden sind, liegt vielleicht die Vermutung nahe, daß beide Arten zusammengehören und als Variationen einer und derselben Art aufzufassen sind. Möglicherweise dürfte auch noch die vorhergehende Art dieser Entwicklungsreihe angehören und ein Jugendstadium repräsentieren, bei dem außer der geringeren Ringbalkenanzahl die kleineren Poren sich innerhalb der großen noch nicht entwickelt hätten [1]). Ehe diese Frage jedoch noch nicht sicher entschieden ist, empfiehlt es sich, diese Formen noch als besondere Arten festzuhalten.

11. Ommatodiscus spiralis, nov. spec. Fig. 60.

Die Scheibe ist oval, von einer elliptischen Zentralkammer geht ein einfacher Spiralbalken aus, dessen 3 Umgänge ziemlich gleich weit voneinander abstehen; die Spirale wird von zahlreichen Radialbalken durchsetzt, welche von der Zentralkammer ihren Ursprung nehmen. Die Oberfläche der Schale ist glatt, die Poren sind relativ groß, im Durchschnitt doppelt so breit wie die Zwischenbalken, auf die Breite eines Umganges der Spirale geht im Durchschnitt eine Pore. Das Pylom befindet sich an dem spitzen Pole der ovalen Schale und ist von langen spitzen Stacheln umgeben.

Durchmesser der Schale: 0,072 : 0,090.
„ „ Poren: ca. 0,007.

1) Ich gedenke auf diese Frage in einem späteren Hefte dieser „Studien" bei Gelegenheit der Besprechung der zusammengesetzten Poren, wie schon im Vorhergehenden bei Prunopyle antarctica erwähnt wurde, zurückzukommen. Weiteres über die oben besprochene Möglichkeit eines genetischen Zusammenhanges der betreffenden Formen siehe übrigens im V. Abschnitt. Es sei hier noch erwähnt, daß ich bei der Benennung der einzelnen Ringbalken in derselben Weise wie bei den konzentrischen Gitterschalen der Sphaeroideen von innen (zentral) nach außen und zwar so zähle, daß ich den die Zentralkammer begrenzenden Ring als 1. Ringbalken mitrechne.

Durchmesser der Balken: ca. 0,004.
„ des Pyloms: 0,036.
Länge der Stacheln des Pyloms: ca. 0,036.
Basalbreite der Stacheln des Pyloms: 0,003.
Station 271, Boden.

12. Ommatodiscus ellipticus, nov. spec. Fig. 61.

Die Scheibe ist regelmäßig elliptisch; von einer großen, dunkeln, kreisrunden Zentralkammer geht ein einfacher Spiralbalken aus, dessen 2 Umgänge gleich weit voneinander abstehen, Radialbalken sind nicht sichtbar. Die Oberfläche der Schale ist glatt, die Poren sind von ziemlich ansehnlicher Größe, rundlich, ungleich groß, im Durchschnitt etwa doppelt so breit wie die Balken. Das Pylom ist von annähernd gleichmäßig geformten Zähnen umgeben.

Durchmesser der Schale: 0,122 : 0,155.
„ „ Poren: 0,004—0,008.
„ „ Balken: ca. 0,004.
„ des Pyloms: 0,043.
Länge der Zähne des Pyloms: 0,007.
Basalbreite der Zähne des Pyloms: 0,004.
Station 268, Boden.

13. Ommatodiscus irregularis, nov. spec. Fig. 62.

Die Schale ist unregelmäßig elliptisch. Das Balkenwerk ist in Auflösung resp. Degeneration begriffen, man kann aber noch einen Spiralbalken mit ungefähr 3 Umgängen daraus erkennen; Reste von Radialbalken sind nur sehr undeutlich zu sehen, nur von der Zentralkammer nach der Peripherie der Schale ziehen in der Richtung der Hauptachse 2 noch intakte Radialbalken, welche die Spiralbalken durchbrechen und so eine von letzteren freie Straße zwischen sich fassen, jedoch auch sie sind nur sehr schwach sichtbar. Auch die Struktur der Schale trägt schon den Stempel der beginnenden spongiösen Degeneration an sich, die ganz unregelmäßigen Poren sind 2—4mal breiter wie die Balken. Ganz spongiös kann man die Schale noch nicht nennen, da man die spiralige Natur des Balkenwerks noch deutlich erkennen kann, und deshalb findet diese Form auch passenderweise hier ihren Platz, sie ist jedoch zugleich ein schönes Beispiel des unmerklichen Überganges in indifferent spongiöse Struktur; vergleiche

übrigens hierzu das weiter unten bei den Spongopyliden gesagte. Das Pylom ist von kleinen, gleich großen Zähnchen umrahmt.

Durchmesser der Schale: 0,087 : 0,126.
„ „ Poren: 0,004—0,015.
„ „ Balken: ca. 0,004.
„ des Pyloms: 0,043.
Länge der Zähnchen desselben: 0,004.
Dicke „ „ „ 0,002.
Station 271, Boden.

Genus 2: Stomatodiscus, Haeckel.

Definition. — Porodiscida without chambered arms and radial spines on the margin of the circular or elliptical disk, but with two large, opposite, marginal oscula, or openings surrounded by a coronet of spines.

In der oben begründeten Weise modifiziert lautet diese Diagnose:

Ommatodisciden mit 2 randständigen Pylomen, welche sich an beiden Polen der Hauptachse der runden oder elliptischen Scheibe gegenüberstehen.

1. Stomatodiscus amphistomus, Haeckel.

Disk circular, with three concentric rings of equal breadth around the central chamber. Pores irregular, roundish, about two on the breadth of each ring. Surface of the lenticular shell spiny. On two opposite points of the margin a large osculum, three to four times as broad as the central chamber, armed with a coronet of strong pyramidal spines of different length, the longest equal to the radius of the disk.

Dimensions. — Diameter of the disk (with three rings) 0,12; breadth of each ring 0,016; pores 0,004.

Habitat. — South Pacific, Station 302, depth 1450 fathoms.

2. Stomatodiscus osculatus, Haeckel (Report, Plate 48, Fig. 8).

Disk elliptical, nearly twice as long as broad, with three concentric rings around the elliptical central chamber, one piercing radial beam in the main axis, the other beams interrupted. Surface of the shell with scattered small thorns. Pores very irregular, roundish, partly aggregated in groups of four to eight smaller porules. On both poles of the main axis a large ellip-

tical marginal osculum, about as large as the central chamber, armed with a coronet of short conical spines.

Dimensions. — Length of the disk (with three rings) 0,18; breadth 0,1; pores 0,001 to 0,006.

Habitat. — Western Tropical Pacific, Station 225, depth 4475 fathoms.

Vergleiche zu dieser Art auch das bei Ommatodiscus bathybius gesagte.

3. Stomatodiscus spiralis, nov. spec. Fig. 63.

Die Scheibe ist eine an beiden Polen durch zwei Pylome abgestutzte Ellipse. Von der kleinen kreisrunden Zentralkammer geht ein regelmäßiger, typischer, einfacher Spiralbalken aus, derselbe beschreibt etwas über 3 Umläufe, die gleich weit voneinander abstehen, ebenfalls von der Zentralkammer aus laufen zahlreiche, deutlich sichtbare Radialbalken nach der Peripherie der Scheibe. Die Poren sind unregelmäßig rundlich, ungleich groß, im Durchschnitt etwas breiter wie die Zwischenbalken, etwa 2 gehen auf die Breite eines Umganges der Spirale. Sowohl der Rand als auch die Oberfläche der Schale ist mit kleinen Zähnchen besetzt, dieselben lassen den Rand der Scheibe gezackt erscheinen, auf der Oberfläche der Schale sind sie aber nur schwer erkennbar und konnten daher auch in der Abbildung nicht wiedergegeben werden. Die Pylome sind von etwas verschiedener Größe, ihr Rand ist mit den gleichen Zähnchen besetzt wie die ganze Schale.

Durchmesser der Scheibe: 0,086 : 0,115.
„ „ Poren: ca. 0,004.
„ „ Balken: ca. 0,003.
„ „ Pylome: 0,022 u. 0,028.
Station 225, Boden.

Pylodiscida: Subfamilia III: Discopylida.

Genus 2: Discopyle, Haeckel (Report, Seite 572 und 573).

Definition. — Pylodiscida with triple-shaped medullary shell and Pylodiscus-shaped cortical shell, with is surrounded by an equatorial chambered girdle. One peculiar osculum, surrounded by a corona of spines, on the margin of the disk.

The genus Discopyle differs from the preceding genus Discozonium in the development of a peculiar marginal osculum, and

bears therefore to it the same relation as in the Porodiscida Ommatodiscus does to Porodiscus. This peculiar osculum is also here surrounded by a corona of spines, ... There are only two species of Discopyle observed, which represent perhaps better two different genera; in ohne species the disk is circular, in the other elliptical. In this latter the osculum lies on one pole of the main axis.

1. Discopyle osculata, HAECKEL (Report, Plate 48, fig. 19).

Disk circular, with spiny margin, three times as broad as the triangular, triopyle-shaped medullary shell. Three gates of the cortical shell kidney-shaped, on the inside with an interradial spine, twice as broad as the three pentagonal arms. Chambered equatorial girdle with twenty-four subregular chambers, in the radius of one odd gate with a large marginal osculum, which is as broad as the medullary shell, and surrounded by a dense corona of twenty to thirty strong conical spines.

Dimensions. — Diameter of the disk 0,15; of the cortical shell 0,1; of the medullary shell 0,05; of the marginal osculum 0,06.

Habitat. — Central Pacific, Station 272, depth 2600 fathoms.

2. Discopyle elliptica, HAECKEL (Report, Plate 48, fig. 20).

Disk elliptical, four-fifths as broad as long, with spiny margin, three times as broad as the triangular, triopyle-shaped medullary shell. Three gates of the cortical shell roundish, on the inside with an interradial spine, little broader than the quadrangular arms. Chambered equatorial girdle with twenty to thirty irregular chambers, on one pole of the main axis with a large marginal osculum, which is one-third as broad as the length of the main axis, and armed with a corona of twenty to thirty short conical spines. The osculum does not correspond to a certain radius.

Dimensions. — Diameter of the disk 0,15; of the cortical shell 0,08; of the medullary shell 0,04; of the marginal osculum 0,05.

Habitat. — Central Pacific, Station 267, depth 2700 fathoms.

Ich komme nun zur Beschreibung der mit einem Pylom versehenen Spongodisciden. Während bisher aus dieser Gruppe der Radiolarien keine pylomatischen Formen bekannt waren [1]), kann

1) Über STÖHR's Spongotrochus craticulatus vergleiche Spongopyle craticulata und den 5. Abschnitt.

ich im Folgenden deren 9 anführen. Dieselben Schwierigkeiten, welche für die systematische Behandlung der spongiösen Radiolarien überhaupt in Betracht kommen, machen sich natürlich auch hier in vollem Maße geltend. Da wir das Spongiöswerden als einen Degenerationsprozeß aufzufassen haben, durch welchen die differenzierte Struktur der oft so kompliziert gebauten Skelette verwischt und endlich ganz vernichtet wird, während ein indifferentes Schwammgewebe an ihre Stelle tritt, haben wir in diesem Vorgange zugleich einen Faktor zu sehen, welcher die für die Artunterscheidung wichtigen Charaktere zerstört und infolgedessen der systematischen Behandlung große Schwierigkeiten macht. In bezug auf diese Schwierigkeiten sind wir bei den Sphaeroideen immer noch besser daran, denn hier lassen sich die spongiösen Formen noch auf die einzelnen Familien verteilen, da das Unterscheidungsmerkmal der letzteren, die Anzahl und Verteilung der Radialstacheln, von der spongiösen Degeneration nicht beeinflußt wird. Anders liegen dagegen die Verhältnisse bei den Discoideen, denn hier unterscheiden sich die Familien voneinander durch die Struktur der scheibenförmigen Gitterschale und diese gerade wird durch die spongiöse Struktur vernichtet. Den vollkommen spongiösen Discoideen, nach Ausschluß der Formen, welche im Zentrum noch einen Rest der ursprünglichen Struktur erkennen lassen, kann man z. B. nicht mit Sicherheit ansehen, ob sie von Phacodisciden, Coccodisciden oder Porodisciden abstammen und dieselben Schwierigkeiten treten uns bei den pylomatischen Spongodisciden entgegen, nur werden sie hier noch durch den Umstand vergrößert, daß die Pylombildung ebenso wie das Spongiöswerden der Schalenstruktur eine Erscheinung ist, welche unabhängig in ganz derselben Weise an den verschiedensten Stellen des Systems auftreten kann. Es ist uns daher in den meisten Fällen unmöglich zu erkennen, ob bei einem bestimmten Spongopylide die spongiöse Degeneration erst eintrat, nachdem das Pylom bereits existierte, oder ob umgekehrt die Bildung des Pyloms sich erst bei der typisch spongiös gewordenen Form einstellte, kurz, wir können z. B. in der Regel nicht angeben, ob wir es mit einer spongiösen Ommatodiscide oder pylomatischen Spongodiscide zu thun haben. Mit Recht erklärt Haeckel die aus einem regellosen Geflecht von Kieselbalken bestehende rauhe Oberfläche der Spongodisciden für das wichtigste Erkennungszeichen letzterer, für den wesentlichsten Differentialcharakter, welcher sie besonders von den Porodisciden unterscheidet, deren Schale von einer einheitlichen Siebplatte begrenzt ist. Wenn ich daher im folgenden zu

der Gattung Spongopyle trotzdem einige Formen stelle, deren Skelett durch eine mehr oder weniger gleichmäßige einheitliche Siebplatte nach außen abgeschlossen erscheint, so scheine ich mich in einem gewissen Gegensatz zu HAECKEL zu befinden, dies ist aber nur scheinbar der Fall. Hier will ich meine Ansicht über diesen Punkt nur kurz mitteilen, die nähere Ausführung und Begründung derselben verspare ich mir für den 5. Abschnitt. Abgesehen von ihrer Oberflächenbeschaffenheit stimmen die in Rede stehenden Formen vollkommen mit den Spongodisciden überein: das Innere der Schale erscheint wie bei diesen dunkel, in der Regel nach der Mitte zu an Dunkelheit zunehmend, und irgend welche Anzeichen einer spezifischen Struktur, wie Ring-, Spiral- oder Radialbalken fehlen gänzlich. Es giebt zwar auch Porodisciden, deren innere Schalenbeschaffenheit nur sehr undeutlich zu sehen ist, nach etwas genauerer Beobachtung läßt sie sich aber doch stets unzweifelhaft feststellen, es ist demnach schon eine auffallende Thatsache, daß ein so eigentümlicher Befund sich gerade nur bei pylomatischen Formen konstatieren läßt. Außerdem kann man aber auch in den meisten Fällen, und dies ist das Wichtigste, durch den äußeren glatten Abschluß der Schale das spongiöse Geflecht des Inneren mehr oder weniger deutlich hindurchsehen, wie sich auch bei den folgenden Arten ein allmählicher Übergang von ganz rauher spongiöser Oberfläche bis zu vollständig einheitlichem glatten äußeren Abschluß konstatieren läßt. (Vergl. Fig. 64—69). Durch diese Befunde und Erwägungen, welche ich in den nächsten Abschnitten an passender Stelle um einige wichtige Facta ergänzen und näher besprechen werde, bin ich zu der Überzeugung gekommen, daß die fraglichen Formen in ihrem *Inneren echt spongiös* sind und den *glatten Abschluß nach außen* erst *sekundär* als einen mit der *Bildung* eines *Pylom* in *Korrelation stehenden* morphologischen Charakter erhalten haben.

In analoger Weise, wie es bei den Ommatodisciden geschehen ist, habe ich für die pylomatischen Spongodisciden die neue Subfamilie der Spongopyliden begründet und die von mir gefundenen 8 Arten in einem Genus, Spongopyle, vereinigt. Sollten durch spätere Untersuchungen Spongopyliden mit 2 gegenständigen Pylomen bekannt werden, so würden diese dann passenderweise in einer 2. Gattung unterzubringen sein. Die Gattung Spongopyle zerfällt in 2 Subgenera, die Formen mit annähernd kreisrunder Scheibe stehen in dem Subgenus Spongopylarium denen mit ovaler oder elliptischer Schale des Subgenns Spongopylidium gegenüber.

Spongodiscida: Subfamilia IV: Spongopylida, subfam. nov.

Definition: Mit Pylomen versehene Spongodisciden.

(Einziges) Genus 1: Spongopyle, nov. gen.

Definition: Spongodisciden mit einem Pylom.

Subgenus 1: Spongopylarium, nov. subgen.

Definition: Scheibe annähernd kreisrund.

1. Spongopyle circularis, nov. spec. Fig. 64.

Die ziemlich große, kreisrunde Scheibe hat eine scharfe, ziemlich regelmäßige, nur hie und da etwas wellige Kontur und ist nach aussen durch eine Porenplatte mit glatter Oberfläche abgeschlossen. Die Scheibe ist bikonvex und erscheint daher nach dem dickeren Zentrum zu dunkler als nach dem dünneren Rande. Die Poren sind ungleich groß, im Durchschnitt so breit wie ihre Zwischenbalken und von ganz unregelmäßiger Form, durch sie hindurch sieht man an einigen Stellen das spongiöse Balkenwerk des Inneren. Das Pylom, deutlich sichtbar, ist von ganz unregelmäßigen Zackenbildungen und Ausfranzungen der Schale umgeben.

Durchmesser der Schale: 0,216.
" " Poren: 0,004—0,007.
" " Balken: 0,004—0,007.
" des Pyloms: 0,072.
Station 271, Boden.

2. Spongopyle osculosa, nov. spec. Fig. 99 und 100.

Die Schale ist linsenförmig-bikonvex, das dunklere Zentrum nimmt ca. $^1/_3$—$^1/_2$ des Durchmessers der ganzen Scheibe ein, geht jedoch unmerklich in die helleren Randpartieen derselben über. Die Form der Schale schwankt in unmerklichen Übergängen zwischen kreisrund und elliptisch, bleibt jedoch stets der Kreisform nahe, ohne eine typisch langgestreckte Gestalt zu bekommen. Der Rand der innen vollkommen spongiösen Scheibe ist etwas wellig, aber glatt und scharf konturiert (vergl. den 5. Abschnitt), auch die Oberfläche der Scheibe zeigt einen glatten Abschluß. Radialbalken sind nur in geringen Spuren vorhanden, Randstacheln fehlen vollständig. Das Pylom, in der Größe und dem Grade der Ausbildung ziemlich schwankend, ist ohne scharfe Kontur und im Gegensatze zum Scheibenrand, unmittelbar von dem

spongiösen Balkenwerk begrenzt, es ist mit dünnen Stacheln besetzt, auch lassen sich in einigen Fällen als Fortsetzung letzterer eine Strecke weit (höchstens von der Länge des halben Radius der Scheibe) schwach sichtbare Radialbalken verfolgen.

Durchmesser der Schale: 0,210 : 0,238.
„ des Pyloms: 0,061.
Länge der Pylomstacheln durchschnittlich: 0,036.
Basalbreite der Pylomstacheln: 0,004.

Station 157, Boden, häufig; Station 244, 271 und auch noch in den Bodenproben anderer Stationen vereinzelt beobachtet.

3. Spongopyle setosa, nov. spec. Fig. 97 u. 98.

Die Scheibe ist kreisrund, linsenförmig-bikonvex, infolge der größeren Dicke erscheinen die zentralen Partieen dunkler, dieses dunkle Zentrum, das übrigens unmerklich in den helleren Rand der Scheibe übergeht, nimmt den dritten Teil bis die Hälfte der letzteren ein. Der Rand der Scheibe ist mit zahlreichen (ca. 100) kleinen, zarten Stacheln dicht besetzt, dieselben setzen sich als dünne, durch das dichte Schwammwerk der Schale hindurch zuweilen nur sehr schwach sichtbare Radialbalken bis an die Grenze des dunklen Schalenzentrums fort. Eben solche kleine Stacheln lassen sich auch auf der Scheibenfläche, wenn auch weniger deutlich, wahrnehmen. Das Pylom, von variabler, jedoch stets mäßiger Größe (das des abgebildeten Exemplars ist das größte, was mir zur Beobachtung kam), ist von den Ersteren Stacheln wie der Rand der Schale besetzt, dieselben erreichen jedoch bei manchen Individuen (wie auf der Abbildung) eine größere Länge, bei vielen sind sie aber durch nichts von den Ersteren unterschieden. Das Pylom hat keinen scharfen Rand, sondern ist von dem unregelmäßigen Schwammwerk der Schale begrenzt, welchem hier ein einheitlicher Abschluß wie am Rande der Scheibe fehlt. Weiteres über diese und die vorhergehenden in mehrfacher Beziehung sehr interessanten Arten siehe im 5. Abschnitt und in diesem Abschnitte bei Stylotrochus antarcticus nov. spec.

Durchmesser der Scheibe durchschnittlich: 0,392.
Länge der Stacheln des Scheibenrandes: 0,014—0,036.
Basalbreite der Stacheln des Scheibenrandes: 0,004.
Länge der Pylomstacheln durchschnittlich: 0,025.
Durchmesser des Pyloms „ : 0,060.
Station 157, Boden, häufig.

4. Spongopyle craticulata, Dreyer.

? Spongodiscus aculeatus, Ehrenberg, 1854, Monatsber. der k. preuß. Akad. d. Wiss. Berlin, p. 246.

Spongotrochus craticulatus, Stöhr, 1880, loc. cit. p. 118, Taf. VI, Fig. 12.

Stylotrochus craticulatus, Haeckel, Report, p. 583 (partim).

Die typisch spongiöse Scheibe ist kreisrund, linsenförmig-bikonvex, das Zentrum erscheint wegen seiner größeren Dicke dunkler als die übrige Scheibe, der Durchmesser desselben beträgt etwa den 6. Teil dessen der ganzen Scheibe. Der Scheibenrand ist mit 16—20 kleinen Stacheln besetzt, dieselben sind 2—4mal länger als der Durchmesser der Maschen des Schwammwerkes der Schale und erscheinen als freie Verlängerungen von Radialbalken, welche von dem dunklen Zentrum der Scheibe nach deren Peripherie ausstrahlen. Der Scheibenrand ist durch einen umlaufenden Balken abgeschlossen, welcher nur an einer Stelle durch das Pylom unterbrochen ist. Letzteres, etwa von demselben Durchmesser wie das dunkle Zentrum der Scheibe (nach Stöhr's Abbildung), ist unmittelbar von dem spongiösen Balkengeflecht der Schale umgeben.

Durchmesser der Scheibe: 0,2.
„ des dunkleren Zentrums: 0,033.
„ der Maschen: ca. 0,003—0,005.
Länge der Randstacheln: 0,003—0,013.
Basalbreite der Randstacheln: 0,001—0,003.
Durchmesser des Pyloms (nach vergleichender Schätzung nach der Stöhr'schen Abbildung): 0,040.
Grotte auf Sicilien (Stöhr).

Unter dem Namen Spongotrochus craticulatus beschrieb Stöhr eine Spongodiscide mit einem Pylom, wagte aber nicht, das letztere als Charakteristikum einer höheren Systemgruppe zu verwenden, wie er es bei seinen Ommatodisciden gethan hatte, überhaupt drückt er sich über dasselbe sehr mit Reserve aus: „An der Peripherie ist die Schwammschale durch einen umlaufenden Balken geschlossen, und nur an einer Stelle ist dies nicht der Fall, und bilden dort die Kieselbalken des Schwammgerüstes kleine Zäckchen, so daß es wie eine Mündungsöffnung aussieht.“ Es mochte vielleicht auch der Umstand für Stöhr nicht sehr vertrauenerweckend sein, daß, während er 4 typische Ommatodisciden beschreiben konnte, er hier nur eine Form fand und diese sich auch

noch, wie er bemerkt, durch ihre Seltenheit auszeichnete. HAECKEL beschrieb dann in seinem Report unter dem Namen Stylotrochus craticulatus eine Form, welche mit dem STÖHR'schen Spongotrochus craticulatus übereinstimmte, nur kein Pylom besaß. Da HAECKEL dieselbe in verschiedenen Stationen (266, 267, 268 Oberfläche) und in dem Barbadosgestein fand, aber bei keinem Exemplar ein Pylom, wie er ein solches auch bei anderen Spongodiscidenarten nicht konstatieren konnte, hält er das von STÖHR beschriebene Pylom für pathologisch, er sagt: „The interruption of the disk-margin on one point of its circumference, figured by STÖHR as osculum or „Mündungs-Öffnung", is probably an accidental abnormity; I found it not in other specimens". — Anders liegen jedoch die Verhältnisse jetzt, nachdem wir die Bildung eines Pyloms als eine Erscheinung kennen gelernt haben, welche nicht nur bei den Porodisciden, sondern unabhängig bei den verschiedensten Gruppen der Radiolarien auftreten kann, ja es ist sogar höchst wahrscheinlich, wie ich im V. Abschnitte zeigen werde, daß manche Formen bald ein Pylom besitzen können, bald nicht; außerdem muß noch die Möglichkeit, ja Wahrscheinlichkeit in Betracht gezogen werden, daß durch spongiöse Degeneration zwei verschiedene Arten einander so ähnlich werden können, daß sie uns als eine Art erscheinen, trotzdem können aber beide in ihren Fähigkeiten, die sich unserer Beobachtung natürlich entziehen, verschieden beanlagt sein, so daß z. B. eine Form zur Bildung eines Pyloms mehr prädisponiert ist, wie die ihr durch das Spongiöswerden zum Verwechseln ähnlich gewordene, aber doch genetisch von ihr verschiedene Art. Hierzu kommt noch, daß die in Rede stehende pylomatische Form STÖHR's nur fossil bekannt ist, während der HAECKEL'sche Stylotrochus craticulatus hauptsächlich recent und somit durch lange Zeiträume von jener getrennt ist, außerdem kommt er zwar auch in dem Barbadosgestein vor, ist aber dann doch räumlich so weit von der fossilen Form Siciliens verschieden, daß eine Differenz, welche auf dem Mangel oder Vorhandensein eines Pyloms beruht, sich um so eher begreifen läßt, als ich einige im V. Abschnitt näher zu besprechende Fälle verzeichnen kann, daß sogar in derselben Station identische Formen sowohl mit als auch ohne Pylom nebeneinander vorkommen. Wie ich es auch dort gethan habe, so trenne ich auch hier die pylomatische Form von der entsprechenden ohne Pylom als besondere Species ab, wonach die von STÖHR beschriebene und abgebildete Form in meiner Gattung

Spongopyle ihren Platz findet, während die von HAECKEL beschriebene Form an ihrem alten Platze verbleibt. Weiteres über diesen Punkt siehe übrigens im V. Abschnitt.

Subgenus 2: Spongopylidium, nov. subgen.

Definition: Scheibe ausgeprägt elliptisch resp. oval.

5. Spongopyle ovata, nov. spec. Fig. 65.

Die Scheibe ist eiförmig, das Zentrum ist wegen seiner größeren Dicke dunkler als der Rand, geht jedoch unmerklich in die dünneren und infolgedessen helleren Randpartieen über. Der Rand der Scheibe ist scharf konturiert und die Oberfläche derselben wird von einer einheitlichen Siebplatte gebildet, die Poren der letzteren sind rundlich, von geringer Größendifferenz und im Durchschnitt ebenso breit wie die Zwischenbalken. Das Pylom nimmt den spitzen Pol der ovalen Schale ein und ist von langen spitzen Stacheln umrahmt.

Durchmesser der Scheibe: 0,144 : 0,180.
„ „ Poren: ca. 0,004.
„ „ Balken: ca. 0,005.
„ des Pyloms: 0,054.
Länge der Stacheln desselben: ca. 0,022.
Basalbreite der Stacheln desselben: ca. 0,006.
Station 268, Boden.

6. Spongopyle elliptica, nov. spec. Fig. 66.

Die bikonvexe Scheibe ist elliptisch und scharf konturiert, das Zentrum erscheint wegen seiner größeren Dicke dunkler, geht aber unmerklich in die helleren peripheren Partieen der Schale über. An dem einen Pole der elliptischen Scheibe sitzt das kleine Pylom, dasselbe ist von kurzen Zähnen umrahmt, die sich jedoch nicht deutlich als selbständige Gebilde von der übrigen Scheibe trennen lassen. Die Scheibe ist nach außen durch eine ziemlich kontinuierliche Siebplatte abgeschlossen, die Poren derselben sind unregelmäßig rundlich und von ungleicher Größe, im Durchschnitt so breit oder etwas breiter wie die Zwischenbalken. In derselben Station fanden sich jedoch auch Exemplare, welche in der äußeren Gestalt mit vorliegender Art vollkommen übereinstimmten und sich von derselben nur durch eine typisch spongiöse Oberfläche auszeichneten, außerdem waren die Zähne des Pyloms etwas schmäler.

Durchmesser der Scheibe: 0,112 : 0,151.
„ „ Poren: 0,004—0,007.
„ „ Balken: ca. 0,004.
„ des Pyloms: 0,032.
Station 271, Boden.

7. Spongopyle variabilis, nov. spec. Fig. 67.

Die linsenförmig-bikonvexe Schale ist eine Ellipse, deren einer Pol durch ein großes Pylom abgestutzt ist. Die Oberfläche der Scheibe wird von einer einheitlichen Siebplatte gebildet, die Poren derselben sind klein, rundlich, schmäler wie die Zwischenbalken und dringen am Rande der Scheibe schief in die Siebplatte ein. Das große Pylom ist von unregelmäßigen Auszackungen der Schale umgeben, auch ist die Struktur der Siebplatte in der Umgebung desselben unregelmäßig. Dieselbe Art und Exemplare mit geringen Abweichungen in der Form der Schale und der Größe des Pyloms fanden sich in verschiedenen Stationen.

Durchmesser der Scheibe: 0,140 : 0,154.
„ „ Poren: ca. 0,004.
„ „ Balken: ca. 0,005.
„ des Pyloms: 0,057.
Station 225, 265, Boden.

8. Spongopyle Stöhrii, nov. spec. Fig. 68.

Die bikonvexe Schale ist annähernd elliptisch. Wie bei den vorhergehenden Arten liegen die an der Oberfläche befindlichen Poren und Balken in einer Ebene zu einer Siebplatte vereinigt, sind jedoch so unregelmäßig, daß sie dem spongiösen Habitus noch sehr nahe stehen, die Poren sind etwa doppelt so breit wie die Balken. Das ziemlich ansehnliche Pylom zeichnet sich durch keine besonderen Randgebilde aus, sondern ist nur von der unregelmäßigen Siebplatte begrenzt.

Durchmesser der Schale: 0,151 : 0,176.
„ „ Poren: ca. 0,005.
„ „ Balken: ca. 0,003.
„ des Pyloms: 0,072.
Station 271, Boden.

9. Spongopyle aspera, nov. spec. Fig. 69.

Die scheibenförmige Schale ist eine etwas unregelmäßige Ellipse; sie ist, auch ihre Oberfläche, typisch spongiös,

aus einem regellosen Flechtwerk von dünnen Kieselbalken zusammengesetzt. Das Pylom ist von zahlreichen kleinen Stacheln umgeben, in Station 271 fand sich dieselbe Form, nur mit weniger und etwas längeren Pylomstacheln.

Durchmesser der Schale: 0,086:0,108.
Dicke der Balken: ca. 0,002.
Durchmesser des Pyloms: 0,036.
Station 225, 271, Boden.

Larcoidea: Familia X: Larcopylida, nov. fam.

Definition: Larcoideen mit einem oder zwei an den Polen der Hauptachse der Schale gelegenen Pylomen.

(Einziges) Genus 1: Larcopyle, nov. gen.

Definition: Larcopyliden mit einem Pylom.

1. Larcopyle Bütschlii, nov. spec. Fig. 70.

Der Gesamtumriß der linsenförmig plattgedrückten Schale ist oval, indem der orale Pol etwas, wenn auch sehr unbedeutend, breiter ist, wie der aborale. Im Zentrum des Skelettes befindet sich deutlich sichtbar eine trizonale, Larnacilla-förmige Markschale, während das Skelett nach außen von einem einheitlichen Schalenmantel abgeschlossen ist. Derselbe hat eine glatte Oberfläche und kleine, unregelmäßig-polygonale bis rundliche Maschen von ungleicher Größe und etwa doppelt so breit wie die Zwischenbalken, zuweilen auch noch breiter. Zwischen der Larnacilla-förmigen Markschale und dem äußeren Schalenmantel befindet sich ein Gerüst von Kieselbalken, dessen Struktur nähere Beziehungen zu dem Skelett der Litheliden und Phorticiden erkennen läßt, das Nähere siehe auf der Abbildung. Die Kieselbalken dieses inneren Gerüstes sind stärker, wie die des äußeren Schalenmantels. Das Pylom ist relativ klein, etwa so breit wie die zentrale Markschale und von kleinen Zähnchen umrahmt. Die das Skelett dieser Form zusammensetzenden Kieselbalken sind dünn und macht die ganze Schale überhaupt einen sehr zarten, durchsichtigen Eindruck und ist ihre feinere Struktur und der Verlauf der Kieselbalken daher im allgemeinen ziemlich schwer erkennbar.

Durchmesser der Schale: 0,137 : 0,194.
„ des Pyloms: 0,036.
„ der Poren d. äuß. Schalenmantels: 0,004—0,007.

Stärke der Balken d. äußeren Schalenmantels: 0,002—0,004.
„ „ „ „ inneren Gerüstes: 0,004—0,007.
Länge der Pylomstacheln: bis 0,025.
Basalbreite der Pylomstacheln: 0,004.
Station 232, Boden; 266, Oberfläche; 271, Boden.

Da sich die vorstehende pylomatische Larcoidee nicht mit Sicherheit in einer bestimmten Larcoideenfamilie unterbringen ließ, habe ich für dieselbe eine neue Familie begründet, welche sich den bereits vorhandenen 9 Familien der Larcoideen als 10. anreiht. Alle später noch aufzufindenden pylomatischen Larcoideen würden also der Einfachheit halber am besten sämtlich ebenfalls in dieser Familie unterzubringen sein, gleichgültig, ob sie sich etwa dem Bau ihrer Schale nach einer bestimmten, von den 9 schon bekannten Larcoideenfamilien unzweifelhaft anschlössen, oder nicht. Während die Gattung Larcopyle für die Formen mit einem Pylom bestimmt ist, würden sich etwa später noch findende, mit zwei polständigen Pylomen versehene Arten passenderweise in einer 2. Gattung unterbringen lassen, für welche ich den Namen Stomatolarcus vorschlagen würde. Dies Genus Stomatolarcus verhielte sich dann zu Larcopyle wie die Gattung Stomatosphaera zu Sphaeropyle (resp. Prunopyle).

System der pylomatischen Spumellarien.

Classis: Radiolaria, Haeckel. — Legio I: Spumellaria, Haeckel. — Ordo II: Sphaerellaria, Haeckel. — Subordo I: Sphaeroidea, Haeckel.

Familia VII: Sphaeropylida, fam. nov.

Subfamilia I: Monostomida, subfam. nov.

Genus I: Sphaeropyle, nov. gen.

1. Sphaeropyle Haeckelii, nov. spec.
2. „ Langii, nov. spec.
3. „ Weissenbornii, nov. spec.
4. „ heteropora, nov. spec.
5. „ Kükenthalii, nov. spec.
6. „ mespilus, nov. spec.
7. „ ovulum, nov. spec.
8. „ Walteri, nov. spec,

Genus II: Prunopyle, nov. gen.

1. Prunopyle pyriformis, nov. spec.
2. „ prunoides, nov. spec.
3. „ Haackei, nov. spec.
4. „ Waltheri, nov. spec.
5. „ Burbachii, nov. spec.
6. „ petrosa, nov. spec.
7. „ craticulata, nov. spec.
8. „ Semoni, nov. spec.
9. „ solida, nov. spec.
10. „ monocyrtis, nov. spec.
11. „ antarctica, nov. spec.

Subfamilia II: Amphistomida, subfam. nov.

Genus I: Stomatosphaera, nov. gen.

1. Stomatosphaera dinoceras, nov. spec.
2. „ amphistoma, nov. spec.

Subordo III: Discoidea, Haeckel.

Familia II: Phacodiscida, Haeckel.

Subfamilia IV: Phacopylida, subfam. nov.

Genus I: Phacopyle, nov. gen.

1. Phacopyle stomatopora, nov. spec.

Familia IV: Porodiscida, Haeckel.

Subfamilia III: Ommatodiscida, Stöhr.

Genus I: Ommatodiscus, Stöhr.

Subgenus I: Ommatodiscinus, Haeckel.

1. Ommatodiscus decipiens, Stöhr.
2. „ Stöhrii, Haeckel.
3. „ circularis Haeckel.
4. „ Murrayi, nov. spec.

Subgenus II: Ommatodisculus, Haeckel.

5. Ommatodiscus Haeckelii, Stöhr.
6. „ laevigatus, Stöhr.
7. „ fragilis, Stöhr.
8. „ amphiacanthus, nov. spec.
9. „ variabilis, nov. spec.
10. „ bathybius, nov. spec.
11. „ spiralis, nov. spec.
12. „ ellipticus, nov. spec.
13. „ irregularis, nov. spec.

Genus II: Stomatodiscus, HAECKEL.

1. Stomatodiscus amphistomus, HAECKEL.
2. „ osculatus, HAECKEL.
3. „ spiralis, nov. spec.

Familia V: Pylodiscida, Haeckel.

Subfamilia III: Discopylida, HAECKEL.

Genus II: Discopyle, HAECKEL.

1. Discopyle osculata, HAECKEL.
2. „ elliptica, HAECKEL.

Familia VI: Spongodiscida, Haeckel.

Subfamilia IV: Spongopylida, subfam. nov.

Genus I: Spongopyle, nov. gen.

Subgenus I: Spongopylarium, nov. subgen.

1. Spongopyle circularis, nov. spec.
2. „ osculosa, nov. spec.
3. „ setosa, nov. spec.
4. „ craticulata, DREYER.

Subgenus II: Spongopylidium, nov. subgen.

5. Spongopyle ovata, nov. spec.
6. „ elliptica, nov. spec.
7. „ variabilis, nov. spec.
8. „ Stöhrii, nov. spec.
9. „ aspera, nov. spec.

Subordo IV: Larcoidea, Haeckel.

Familia X: Larcopylida, fam. nov.

Genus I: Larcopyle, nov. gen.

1. Larcopyle Bütschlii, nov. spec.

Im Folgenden lasse ich noch die Beschreibung einer Reihe von neuen Formen folgen, welche zwar nicht zu den pylomatischen Spumellarien gehören, aber für die Pylombildung im allgemeinen von Interesse sind. An dieser Stelle gebe ich nur die einfache Diagnose der Arten, während die Bedeutung derselben für unser Thema in den folgende[illegible] zu erörtern sein wird.

1. Coronosphaera amphistoma, nov. spec. Fig. 86.

Subordo: Sphaeroidea, HAECKEL. — Familia: Collosphaerida, J. MÜLLER. — Genus: Coronosphaera, HAECKEL.

Die Schale ist kugelrund, wenn man von beiden sich an den 2 Polen gegenüberstehenden Tuben absieht, durch deren Aufsatz die Form an beiden Enden zugespitzt erscheint. Die Schalenoberfläche ist glatt, die Poren sind rundlich, verschieden groß und in verschiedenen Abständen voneinander, die Zwischenbalken sind $^1/_2$—2mal so breit wie die Poren, auch finden sich unter letzteren verschiedene Annäherungs- und Verschmelzungsstadien. Die Schale ist dünn, doch ist ihre Dicke auf dem optischen Querschnitt noch gut zu unterscheiden. Die Tuben sind stets in der Zweizahl vorhanden und stehen sich an beiden Polen der Kugelschale gegenüber, sie sind cylindrisch, ziemlich kurz, ungefähr von derselben Höhe wie ihr Durchmesser, die Poren der Schale erstrecken sich auf die Wände der Tuben und der Rand der letzteren ist mit unregelmäßigen Zähnen besetzt. Die Länge der Tuben ist übrigens individuell verschieden, oft sind sie etwas länger und dünner, bis doppelt so lang als breit.

Durchmesser der Schale: 0,119.
Dicke der Schale: 0,004.
Durchmesser der Poren: ca. 0,007.
" " Balken: 0,002—0,009.
" " Tuben: 0,029.
Höhe der Tuben: 0,029.
Station 268, 270, 271, 272 Boden; überhaupt sehr häufig in den pazifischen Stationen.

2. Haliomma Darwinii, nov. spec.

Subordo: Sphaeroidea, HAECKEL. — Familia: Astrosphaerida, HAECKEL. — Genus: Haliomma, EHRENBERG. — Subgenus: Haliommantha, HAECKEL.

Der Durchmesser der äußeren Schale ist doppelt so groß wie der der inneren. Die Poren der 1. Schale sind regelmäßig hexagonal bis rundlich, ca. 3mal so breit wie die Balken, die Schalenoberfläche ist glatt. Die Poren der 2. Schale sind annähernd gleichmäßig rundlich, ca. 3mal so breit wie die Balken und von hexagonalen Leistenwällen umgeben. Beide Schalen sind von mittlerer Dicke und durch zahlreiche Radialbalken miteinander verbunden. Letztere setzen sich nach außen in kleine Radialstacheln

fort, welche etwa doppelt so lang sind wie die Poren der äußeren Schale breit und in großer Anzahl die Oberfläche der Gitterkugel besetzen.

Durchmesser der 1. Schale: 0,126.
„ „ 2. „ : 0,230.
„ „ Poren der 1. Schale: 0,008.
„ „ Balken der 1. Schale: 0,003.
„ „ Poren der 2. Schale: 0,011—0,018.
„ „ Balken der 2. Schale: 0,004—0,006.
Länge der Radialstacheln: 0,036.
Basalbreite der Radialstacheln: 0,007.
Station 271, Boden.

3. Ellipsoxiphus solidus, nov. spec. Fig. 20.

Subordo: Prunoidea, Haeckel. — Familia: Ellipsida, Haeckel. — Genus: Ellipsoxiphus, Dunikowski. — Subgenus: Ellipsoxiphilla, Haeckel.

Die einfache Schale ist von beträchtlicher Dicke und hat eine glatte Oberfläche. Die Poren sind groß, rundlich, von ungleicher Größe, im Durchschnitt etwas breiter wie die Balken, hie und da untereinander verschmolzen. Die beiden Polstacheln befinden sich in sehr rudimentärem Zustand, sie sind als selbständige Gebilde nicht mehr von der Schale zu trennen, sondern erscheinen, in sie einbezogen, als polare Zuspitzungen derselben.

Durchmesser der Schale: 0,123 : 0,198 (inkl. Stachelspitzen).
Mittlere Dicke der Schale: 0,014.
Durchmesser des inneren kugelrunden Schalenlumens: 0,108.
„ der Poren: ca. 0,014.
„ „ Balken: ca. 0,008.
Station 271, Boden.

4. Xiphatractus Stahlii, nov. spec. Fig. 17.

Subordo: Prunoidea, Haeckel. — Familia: Druppulida, Haeckel. — Genus: Xiphatractus, Haeckel. — Subgenus: Xiphatractona, Haeckel.

Die Form setzt sich zusammen aus 3 konzentrischen Schalen, welche sich in ungefähr gleichen Abständen voneinander befinden. Die erste Schale ist, so viel sich aus dem Schattenriß sehen läßt, kugelrund, die beiden anderen elliptisch. Die 2 inneren Schalen und die Radialba[illegible] [illegible]nan nur ziemlich schwach als Schattenriß sehen, die [illegible] scheinen ziemlich dick zu sein. Die

3. Schale ist dick, auf der Oberfläche glatt, die Poren sind annähernd kreisrund, von nicht ganz gleicher Größe und in ungleichen Abständen voneinander, einige sind in gegenseitiger Annäherung und Verschmelzung begriffen, im Durchschnitt sind sie etwa doppelt so breit wie die Balken. Ein Stachel ist nur noch in rudimentärem Zustand als kurzer spitzer Höcker der Schale vorhanden, der andere ist so lang wie die halbe Hauptachse der Schale, macht aber auch den Eindruck, als ob er in Rückbildung (resp. Auflösung) begriffen wäre (breite Basis, dünnes Endstück, etwas geschrumpfte Form).

Durchmesser der 1. Schale: 0,025.
„ „ 2. „ : 0,069 : 0,090.
„ „ 3. „ : 0,139 : 0,155.
Dicke der Radialbalken: ca. 0,006.
„ „ 3. Schale: 0,011.
Breite der Poren der 3. Schale: ca. 0,008.
„ „ Balken der 3. Schale: ca. 0,005.
Länge der Stacheln: 0,022 : 0,065.
Basalbreite beider Stacheln: 0,043.
Station 268, Boden.

5. Xiphatractus umbilicatus, nov. spec. Fig. 18.

Subordo: Prunoidea, Haeckel. — Familia: Druppulida, Haeckel. — Genus: Xiphatractus, Haeckel. — Subgenus: Xiphatractona, Haeckel.

Die 3 konzentrischen Schalen sind durch zahlreiche Radialbalken untereinander verbunden und befinden sich in gleichen Abständen voneinander; die in der Hauptachse der Schale liegenden Radialbalken sind nicht durch besondere Stärke ausgezeichnet. Die 2 inneren Schalen und die Radialbalken sind nur als Schattenriß, jedoch deutlich sichtbar. Während sich die beiden inneren Schalen mehr der Kugelgestalt nähern, ist die äußere Schale oval, sie ist dickwandig und hat eine glatte Oberfläche, ihre Poren sind rundlich, ungleich groß und ungleich weit voneinander entfernt, im Durchschnitt über doppelt so breit wie die Zwischenbalken. Der Stachel am einen Pole der Schale hat sich in einige (3—4) kürzere, ungleieh große Stacheln aufgelöst, welche jedoch sich dicht aneinander anschließen und noch deutlich ihren Ursprung von einem einheitlichen Polstachel erkennen lassen, ohne schon eine Öffnung zwischen sich zu fassen; als eine typische Pylombildung kann das Gebilde daher noch nicht angesprochen werden, es

repräsentiert jedoch, wie die ganze Form überhaupt, eine interessante Zwischenstufe. Der Stachel am entgegengesetzten, etwas stumpferen Pole der Schale ist schon fast ganz verschwunden, nur ein Rudiment ist noch vorhanden in Gestalt eines abgerundeten Buckels, welcher nabelartig in die Schale eingesenkt ist.

Durchmesser der 1. Schale: 0,029.
Durchschnittlicher Durchmesser der 2. Schale: 0,061.
Durchmesser der 3. Schale: 0,126:0,162.
Dicke der 3. Schale: 0,017.
Breite der Poren der 3. Schale: ca. 0,017.
„ „ Balken der 3. Schale: ca. 0,007.
Station 271, Boden.

6. Spongotrochus antarcticus, nov. spec.

Subordo: Discoidea, Haeckel. — Familia: Spongodiscida, Haeckel. — Genus: Spongotrochus, Haeckel. — Subgenus: Spongotrochiscus, Haeckel.

Die Scheibe ist kreisrund, linsenförmig-bikonvex, infolge der größeren Dicke erscheinen die zentralen Partieen dunkler, dieses dunkle Zentrum, das übrigens unmerklich in den helleren Rand der Scheibe übergeht, nimmt den 3. Teil bis die Hälfte der letzteren ein. Der Rand der Scheibe ist mit zahlreichen (ca. 100) kleinen zarten Stacheln dicht besetzt, dieselben setzen sich als dünne, durch das dichte Schwammwerk der Schale hindurch zuweilen nur sehr schwach sichtbare Radialbalken bis an die Grenze des dunklen Schalenzentrums fort. Mit den gleichen Stacheln wie der Scheibenrand ist auch die ganze Oberfläche der Scheibe besetzt, dieselben sind hier nur weniger deutlich sichtbar wie am Rande. Bis auf den Mangel eines Pyloms stimmt diese Art vollkommen mit Spongopyle setosa, nov. spec. überein. Weiteres hierüber siehe im 5. Abschnitt.

Durchschnittlicher Durchmesser der Scheibe: 0,392.
Länge der Stacheln: 0,014—0,036.
Basalbreite der Stacheln: 0,004.
Station 157, Boden, häufig.

7. Archicorys porostoma, nov. spec. Fig. 77.

Legio: Nassellaria, Ehrenberg. — Ordo: Cyrtellaria, Haeckel. — Subordo: Cyrtoidea, Haeckel. — Sectio: Monocyrtida, Haeckel. — Familia: Cyrtocalpida, Haeckel. — Subfamilia: Archicorida, Haeckel. — Genus: Archicorys, Haeckel.

Die kleine Schale ist eiförmig und von mittlerer Dicke. An dem spitzen Pole derselben sitzt der kurze, 3kantige Apikalstachel, die am gegenüberliegenden Pole befindliche Mündung der Schale ist geschlossen bis auf eine Pore, welche sich durch kaum die doppelte Größe vor den übrigen Poren der Schale auszeichnet. Letztere sind rundlich, von ungleicher Größe, im Durchschnitt so breit wie die Balken, außerdem sind sie von mäßig hohen Leistenwällen umgeben. Mit demselben Recht, mit dem ich diese Form in die Gattung Archicorys stelle, könnte ich sie auch der Gattung Halicapsa zuweisen, je nachdem ich die eine, in der Hauptachse liegende große Pore als verkleinerte Mündungsöffnung ansehe oder annehme, letztere sei geschlossen und nur eine Pore der Verschlußplatte zeichne sich durch besondere Größe aus. Ich habe mich für ersteres entschieden, besonders weil die Mündungspore in der Einzahl vorhanden ist und genau in der Hauptachse dem Apikalhorn gegenüberliegt und sich infolgedessen als einheitliche, wenn auch bereits sehr verkleinerte Schalenmündung deuten läßt, im Gegensatz zu Halicapsa prunoides (Haeckel, Report S. 1190), wo sich vier Poren durch bnsondere Größe auszeichnen. Weiteres hierüber siehe in den nächsten Abschnitten.

Durchmesser der Schale: 0,079:0,094.
Dicke der Schale: 0,006.
Breite der Poren: ca. 0,005.
„ „ Balken: ca. 0,004.
Länge des Apikalstachels: 0,018.
Basalbreite des Apikalstachels: 0,014.
Durchmesser der Pylompore: 0,011.
Station 225, Boden.

III. Abschnitt.

Vergleichende Anatomie und Entwicklung der Pylombildungen bei Radiolarien überhaupt.

Der Sarkodekörper der Radiolarien zerfällt nach HAECKEL in folgende Hauptteile: der Zellkern und ein Teil des Protoplasma werden von der chitinigen Zentralkapsel umschlossen und bilden zusammen einen Komplex, welcher als Intrakapsulum den außerhalb der Zentralkapsel befindlichen Partieen oder dem Extracapsulum gegenübergestellt werden kann. Die Zentralkapsel wird nach außen unmittelbar umschlossen von einer kontinuierlichen Protoplasmalage, der Sarcomatrix oder dem Pseudopodienmutterboden, mit letzterem und daher auch mit dem Extracapsulum überhaupt steht das Intrakapsulum in Kommunikation durch Öffnungen der Zentralkapsel, welche in einer für die 4 Legionen der Radiolarienklasse charakteristischen Art und Weise entsprechend gestaltet und angeordnet sind. Über der Sarcomatrix lagert ein in den meisten Fällen mächtig entwickelter Gallertkörper, das Kalymma. Von dem Pseudopodienmutterboden gehen, wie schon sein Name sagt, die Pseudopodien in radiärer Richtung aus. Zunächst durchbohren sie das Kalymma und strahlen dann von der Oberfläche desselben frei in das Meerwasser aus und werden auf diese Weise naturgemäß in einen intra- und einen extrakalymmaren Teil zerlegt. Die Oberfläche des Kalymma wird von einem Netz von Sarkodesträngen umsponnen, welche, tangential verlaufend, die Basen der radialen extrakalymmaren Pseudopodien oder der Pseudopodien im engeren Sinne untereinander verbinden. Der Komplex der intrakalymmar verlaufenden Teile der Pseudopodien wird Sarkoplegma, das das Kalymma an der Oberfläche umspinnende Sarkodenetz Sarkodictyum genannt.

Man kann daher an dem Weichkörper eines Radiolars zwei Teile unterscheiden, nämlich erstens eine zentrale kompakte Sarkodemasse, bestehend aus Intrakapsulum und Sarkomatrix, und zweitens einen peripheren Komplex von Sarkodesträngen, welcher sich aus Sarkoplegma, Sarkodictyum und Pseudopodien zusammensetzt. Die Stränge dieses peripheren Sarkodegeflechtes verteilen sich auf 2 verschiedene, einander entgegengesetzte Verlaufsrichtungen: während die Pseudopodien, sowohl in ihrem intra- als

auch in ihrem extrakalymmaren Teile, von dem kompakten Sarkodezentrum aus in radialer Richtung peripher ausstrahlen, umspinnt das Sarkodictyum tangential die Oberfläche des Kalymma. In derselben Weise lassen sich auch diese beiden Verlaufsrichtungen an den Kieselbalken des Skelettes unterscheiden, denn während die Maschen der Gitterschale tangential dem Weichkörper aufliegen, zeigen die Radialstacheln, wie schon ihr Name sagt, einen radialen Verlauf. Diese Übereinstimmung in Weichkörper und Skelett ist nichts weniger als wunderbar, ja sogar selbstverständlich, da ja die einzelnen Skelettpartieen in entsprechenden Teilen des Weichkörpers ausgeschieden werden; trotzdem kann dies Verhalten aber nicht oft genug hervorgehoben werden, da es uns zeigt, daß wir, natürlich nur bis zu einer gewissen Grenze, berechtigt sind, aus der Morphologie des Skelettes Schlüsse zu ziehen auf die Morphologie und Physiologie des Weichkörpers, was deshalb von ganz besonderem Werte ist, da Radiolarienskelette wegen ihrer Erhaltungsfähigkeit in großer Menge der Beobachtung zugänglich sind, während die höchst subtilen Weichkörper aus begreiflichen Gründen bis jetzt in verhältnismäßig sehr geringer Zahl beschrieben werden konnten.

Als Stammform aller Radiolarien haben wir uns eine der Actissa ähnliche Form vorzustellen: einen Rhizopoden mit allen soeben namhaft gemachten, für die Klasse der Radiolarien charakteristischen Bestandteilen und kugeliger, vollkommen homaxoner Grundform, ein Skelett würde dieser Stammform, ebenso wie Actissa, noch abgehen. Die Differenzierungen, welche die ungeheure Formenmannigfaltigkeit erzeugt haben, durch welche sich die Klasse der Radiolarien in so hervorragender Weise auszeichnet, sind, dem Resultate entsprechend, ebenfalls an Zahl sehr bedeutend. Einen dieser Differenzierungsvorgänge haben wir in der Pylombildung und den mit derselben verwandten Erscheinungen vor uns, welche den Gegenstand dieser Arbeit bilden und in diesem Abschnitte eine vergleichende Betrachtung finden sollen. Pylombildungen können sowohl in den verschiedensten Gruppen des Systems unabhängig voneinander auftreten, als auch sich aus sehr verschiedenen gegebenen Teilen des Radiolarienskelettes entwickeln. Aber trotz dieses in zweifacher Beziehung verschiedenen Ursprungs der in Rede stehenden Bildungen, wonach wir dieselben in einer großen Anzahl von Fällen als analog, nicht aber als homolog ansehen müssen, werden dieselben einander oft so ähnlich, daß man nur sehr schwer, in manchen Fällen gar nicht, entscheiden kann, ob sie sich aus den-

selben oder vielleicht voneinander total verschiedenen Bildungen des Skelettes entwickelt haben oder ob sie einander homolog sind oder nicht. Zum allergrößten Teile wird diese hochgradige Konvergenz der genetisch voneinander verschiedenen Bildungen erzeugt durch Korrelationserscheinungen, welche, in gleicher Weise bei Pylombildungen der verschiedensten Herkunft auftretend, eine große morphologische Annäherung derselben zu einander bewirken.

Der primitive homaxone Radiolarienkörper entsendet nach allen Seiten in radialer Richtung überall gleichmäßig verteilte Pseudopodien, während seine Oberfläche in gleichförmiger Weise von Sarkodyctium umsponnen wird. In allen Teilen des Körpers halten tangential und radial verlaufende Protoplasmabahnen die Wage, woraus die charakteristische homaxone Grundform resultiert, welche sich natürlich auch auf die eventuell vorhandenen Skeletteile überträgt: die kugelrunde Zentralkapsel ist mit gleich großen und in gleichen Abständen voneinander befindlichen Poren bedeckt, während die tangential verlaufenden Kieselbalken des Skelettes eine ebenfalls kugelige Gitterschale mit regelmäßig hexagonalen Maschen bilden, von welcher in radialer Richtung von jedem Knotenpunkte der Balken die Radialstacheln ausstrahlen [1]). Wenn sich nun an einer Stelle die radialen Sarkodestränge ganz besonders stark ausbilden bei gleichzeitiger Rückbildung der tangentialen und sich dieses Verhältnis in entsprechender Weise auf das Skelett überträgt, so haben wir eine Pylombildung vor uns.

Dasselbe was für das Skelett das Pylom, ist für die Zentralkapsel das Osculum. Über diese an der Zentralkapsel auftretenden Oscula ist relativ wenig zu bemerken. Daß bei Formen, an deren Skeletten typische Pylome auftreten, sich auch Oscula an deren Zentralkapsel finden, ist schon aus Gründen der Korrelation wahrscheinlich. Die Poren der Zentralkapsel ermöglichen die Kommunikation zwischen Intrakapsulum und Extrakapsulum, wenn sich nun an einer Stelle die radialen Protoplasmabahnen abnorm verstärken, während dieselben in den übrigen Teilen des Zellkörpers zurücktreten, wird auch die in diesem Radius liegende Stelle der Zentralkapsel für die Passage der Protoplasmaströmungen besonders beansprucht sein, es werden sich die Öffnungen der Zentralkapsel hauptsächlich oder sogar ganz auf diese

1) Diese Auffassung des primären Spumellarienskelettes werde ich im nächsten Hefte dieser „Studien" motivieren und näher ausführen.

Stelle konzentrieren und ein Osculum entstehen. So verhält es sich denn auch, während jedoch die Pylombildungen der Kieselskelette eine große Mannigfaltigkeit zeigen, sind die Oscula der Zentralkapsel nur in 2 Formen vertreten, oder vielmehr bis jetzt nur in 2 Formen beobachtet worden, welche, obgleich sie für 2 ganze Radiolarienklassen charakteristisch sind, sich doch im wesentlichen gleich bleiben, ohne nennenswerte Veränderungen zu zeigen. Während die eine Form der Oscula der Zentralkapsel aller Nassellarien eigen ist, findet sich die andere bei allen Phäodarien.

Die Zentralkapsel der Nassellarien ist meist langgestreckt monaxon, an ihrem einen Pole befindet sich eine kreisrunde abgeflachte Stelle, welche von zahlreichen Poren durchbrochen ist, während dieselben an den übrigen Teilen der Zentralkapsel vollständig fehlen. Diesem, eine Osculumöffnung eigentlich nur vertretenden Porenfelde, der Porochora, sitzt ein kegelförmiges Gebilde, der Podoconus, auf. Dieser mit seiner Spitze in das Lumen der Zentralkapsel hineinragende Kegel wird gebildet von sogenannten Myophanfibrillen, welche, von der Porochora ausgehend, an der Spitze des Kegels in einem Punkte konvergieren. Die physiologische Bedeutung dieses Gebildes ist noch vollkommen unbekannt.

Auch die Zentralkapsel der Phäodarien ist an ihrem oralen Pole durch ein sich von der übrigen Kapselwand unterscheidendes kreisrundes Feld, die Astropyle, ausgezeichnet. Dasselbe ist radiär gerippt und im Zentrum, wo sich die Rippen treffen, befindet sich die Osculumöffnung, welche in ein mehr oder weniger langes Rohr, die Proboscis, ausgezogen ist. Bei den meisten Phäodarien befinden sich am aboralen Pole der Zentralkapsel noch einige, meist zwei, in charakteristischer Weise angeordnete kleine Nebenöffnungen, welche im Gegensatze zur Astropyle Parapylen genannt werden, auch sie sind in röhrenförmige Fortsätze ausgezogen.

Das Osculum der Nassellarienzentralkapsel hat man sich wahrscheinlich einfach so entstanden zu denken, daß die Poren des größten Teiles der Kapselwand rückgebildet wurden und sich nur an einem Pole, der Porochora, erhielten. Über die phylogenetische Entstehung und physiologische Bedeutung der eigentümlichen Form der Astropyle dürfte sich jedoch heute noch nichts Sicheres entscheiden lassen.

Sind die Pylombildungen des Skelettes noch wenig entwickelt oder zu mehreren in inkonstanter Zahl und Lage über die Gitter-

schale verstreut, wie z. B. die der Collosphaeriden (Fig. 8), so scheint die Zentralkapsel keine entsprechenden osculosen Differenzierungen zu zeigen. Es ist dies auch leicht verständlich, denn es ist natürlich, daß ein typisches, in der Einzahl vorhandenes Pylom, unter dessen Einfluß meist die ganze Gitterschale einen monaxonen Bau annimmt, auf einen stärkeren, durch lange Vererbung gekräftigten radialen Sarkodestrom schließen läßt, als die in der Mehrzahl vorhandenen und unregelmäßig über die Schale verstreuten kleineren Pylombildungen, und daß sich daher auch in ersterem Falle an der Zentralkapsel ein Osculum ausgebildet hat, in letzterem nicht. Die pylomatischen Spumellarien dagegen besitzen nun ein Pylom, welches z. B. dem der Nassellarien an Ausbildung oft durchaus nicht nachsteht und daher auch eine umgebildete Zentralkapsel vermuten liesse; leider ist aber von diesen Formen noch kein Weichkörper zur Beobachtung gekommen, und es bleibt somit noch der Zukunft überlassen, diese interessante Frage zu lösen.

Wenden wir uns nun zur Betrachtung der Pylombildungen und verwandter Erscheinungen, welche am eigentlichen Radiolarienskelette auftreten, so haben wir zunächst zwischen 2 Hauptgruppen dieser Gebilde, den primären und sekundären Pylombildungen zu unterscheiden. Tritt eine lokale einseitige Verstärkung der radialen Protoplasmabahnen am Weichkörper auf, welcher noch kein Skelett besitzt, so bildet sich ein solches, sobald es in der phyletischen Entwicklung auftritt, von Anfang an gleich monaxon und pylomatisch aus, indem es der im Weichkörper schon vorhandenen Prädisposition zur Pylombildung folgt. Pylome, welche in dieser Weise phylogenetisch abzuleiten sind, welche vom Augenblicke der Entstehung eines zusammenhängenden Skelettes an schon vorhanden waren, sind als primäre zu bezeichnen. Sekundäre Pylombildungen dagegen sind solche, welche an dem bereits vollständig und oft schon sehr hoch ausgebildeten Skelette erst nachträglich entstanden sind, indem sie sich aus bestimmten Bestandtheilen desselben entwickelten. Während bei der primären Pylombildung die Anlage zu einem Pylom der Bildung einer zusammenhängenden Schale vorausgeht, folgt die Entstehung der sekundären Pylome der Skelettbildung nach. — Im folgenden werde ich zuerst die sekundären, dann die primären Pylombildungen behandeln.

A. Sekundäre Pylombildungen.

Sekundäre Pylombildungen und verwandte Erscheinungen finden sich in großer Mannigfaltigkeit in den verschiedensten Gruppen des ungeheuren Radiolariensystems und zwar kommen sie in allen 4 Legionen vor. Man könnte dieselben daher nach den einzelnen Gruppen des Systems, in denen sie auftreten, einteilen, zweckmäßiger und naturgemäßer erscheint es mir aber, ihre Herkunft als Einteilungsprinzip zu wählen, und immer diejenigen sekundären Pylombildungen zusammenzufassen, welche sich auf gleiche Weise angelegt oder sich aus den gleichen Skeletteilen entwickelt haben.

1. Die Schalenpore als pylogene Bildung (Fig. 1—15).

Das ursprünglichste Verhalten zeigen uns die Gitterschalen mit regulären hexagonalen Maschen, es kommt dieser Befund jedoch im Verhältnis nicht mehr sehr häufig vor. In der Mehrzahl der Fälle werden die Maschen entweder unregelmäßig polygonal oder, indem sie sich abrunden, kreisrund bis unregelmäßig rundlich. Sind einmal die Poren einer Schale von ungleicher Größe, so ist bereits der Weg zu einer Art der Pylomentstehung angebahnt. Es brauchen sich bloß einige oder eine Pore durch ganz besondere Größe auszuzeichnen, so werden sich auch bald für Pylombildungen charakteristische Korrelationserscheinungen geltend machen, und wir haben eine aus einer Pore entstandene Pylombildung vor uns.

Gleich in der Familie der Collosphaerida treffen wir diese Form der Pylombildung am verbreitetsten und in allen Übergängen von den einfachsten Anfängen bis zu relativ hoher Ausbildung an. Die Zahl und Verteilung der Pylombildungen an den zu vielen zu einer Kolonie vereinigten Gitterkugeln ist verschieden, oft selbst bei Individuen ein und derselben Kolonie. Die Umbildung einer Pore zu einer Pylombildung beginnt bei den Collosphaeriden damit, daß sich die Pore vergrößert und an ihrem Rande sich die Schalenwand [1]) in Form von ein oder mehreren fingerförmigen Zipfeln erhebt (Fig. 1 u. 2). Wenn wir uns vorstellen, ein radialer Zug wirke auf diese Zipfel des Randes der Pylombildung ein, so würde sich die Schalenwand an der ganzen Peripherie derselben

1) Nicht zu verwechseln mit Radialstacheln, Näheres hierüber im nächsten Hefte dieser „Studien“.

allmählich erheben und sie, zu einem kurzen Sipho ausgezogen, einfassen. Entweder dehnen sich die Poren der Schale mit auf die Wand dieses Sipho aus oder dieselbe bleibt solid (Fig. 3 u. 4). Diese Siphonen können sich nun weiter entwickeln, indem sie sich bedeutend verlängern, einige sind, ähnlich den Serpularöhren, wurmartig gewunden (Fig. 6), einige an ihrem Ende tubenförmig (Haeckel, Report, Plate 6, Fig. 5), einige in der Mitte flaschenförmig ausgebaucht (Haeckel, Report, Plate 6, fig. 3), andere zeigen sogar dendritische Verzweigung (Fig. 5); zuweilen sind die Röhren auch nach innen in das Lumen der Schale eingestülpt (Fig. 7). Die Zipfel am Rande der Siphonen sind in einigen Fällen wahrscheinlich rückgebildet, andererseits kann sich aber auch der Rand einer Pore als ein gleichmäßiger kontinuierlicher Wall erheben und zu einem Rohre ausziehen, ohne daß die Bildung von einem Zipfel ihren Ausgang nimmt (Haeckel, Report, Plate 6, fig. 3, 4, 7, 8, 10). Bei einigen Formen finden sich ausschließlich in Siphonen ausgezogene Pylombildungen (Haeckel, Report, Plate 6, fig. 9, 10), während gewöhnliche Schalenporen daneben fehlen; ob in diesen Fällen sich sämtliche Poren zu Pylombildungen umgewandelt haben, oder ob die restierenden Poren erst nachträglich rückgebildet worden sind, läßt sich nicht gut entscheiden. Die Form der Zentralkapsel scheint durch die Pylombildungen nicht alteriert zu werden, sondern ihre kugelförmige Gestalt beizubehalten, es ist dies durch die Veränderlichkeit der Zahl und Lage der Siphonen erklärlich, welche einen durch Generationen fortgesetzten nachhaltigen lokalen Einfluß auf die Zentralkapsel, welcher zu erblicher phyletischer Abänderung nötig wäre, verhindert; trotzdem ist aber eine einseitig verstärkte radiale Protoplasmaströmung von der Zentralkapsel nach den Röhren zu deutlich sichtbar (Fig. 8).

Bei Prunoideen kommen aus Schalenporen entstandene Pylombildungen vereinzelt vor. Dieselben sind an einer Schale zu vielen und in unregelmäßiger Anordnung vorhanden. Sie zeichnen sich vor den übrigen Poren der Schale nicht durch besondere Größe aus, sondern dadurch, daß sie in Form von kurzen Siphonen über die benachbarten Stellen der Schalenoberfläche emporragen (Fig. 9).

Bei Phacodisciden kommt bei der von mir als neue Art beschriebenen Phacopyle stomatopora (Fig. 10) ein Pylom vor, welches sich sofort seinem ganzen Aussehen nach als abnorm vergrößerte Pore erkennen läßt. Dasselbe hat einen glatten Rand und ist

durch keinerlei Korrelationsgebilde ausgezeichnet. Es macht diese Art in gewisser Beziehung zwar einen etwas pathologischen Eindruck, wenn dies aber selbst für das Pylom zuträfe, so thäte es der theoretischen Bedeutung doch keinen Abbruch, da es im Prinzip gleich ist, ob sich ein bestimmter Entwicklungsvorgang im Laufe vieler Generationen oder während des Lebens eines Individuums abgespielt hat. Es würde im Gegenteil das Faktum sehr interessant sein, daß sich eine teratologische Bildung in derselben Weise entwickelt, wie wir uns die phylogenetische Entstehung eines gleichen Gebildes normaler Natur zu deuten haben.

Die Siphonen, welche sich bei vielen Botryodeen vorfinden, zeigen genau denselben Habitus wie die der Collosphaeriden, teils sind sie solid (Fig. 12), teils ist ihre Wand mit Poren versehen (Fig. 11), oft findet sich auch eine zipfelförmige Verlängerung des Siphorandes (Fig. 11), ähnlich wie bei vielen Collosphaeriden. Aus dieser Übereinstimmung mit den entsprechenden Gebilden der Collosphaeriden möchte ich auch einen gleichen Ursprung beider annehmen und die Botryodeensiphonen mithin ebenfalls als aus Poren hervorgegangen ansehen. Ich gebe jedoch diese Erklärung nur mit einer gewissen Reserve, da hier eine entsprechende kontinuierliche Entwicklungsreihe, wie sie sich bei den Collosphaeriden konstatieren ließ, nicht erhalten zu sein scheint und bei den Radiolarien, wie man gerade bei dem Studium der Pylombildungen deutlich sieht, die Konvergenz einen oft kaum zu überschätzenden Einfluß ausübt.

Die Pylome der Castanelliden repräsentieren in typischer Weise sekundäre, aus Poren entstandene Pylombildungen. Wir begegnen hier Formen, deren Pylome gleich auf den ersten Blick als vergrößerte Poren imponieren; in der Form stimmen sie mit den Poren der Schale vollkommen überein, sind letztere rund, so ist dies auch bei dem Pylom der Fall (Haeckel, Report, Plate 113, fig. 3), sind sie unregelmäßig rundlich oder polygonal, so ist es auch das Pylom (Fig. 13), nur durch ihre beträchtlichere Größe sind sie vor den Poren der Schale ausgezeichnet, während ihnen Randverzierungen noch abgehen. Bei anderen Castanelliden dagegen sind die Pylome schon zu höherer Ausbildung gelangt, sie haben hier eine konstante regelmäßige Form und sind durch charakteristische Randverzierungen ausgezeichnet. In einem Falle (Haeckel, Report, Plate 113, fig. 7) ist das Pylom außer durch seine bedeutendere Größe und unregelmäßig elliptische Form von den Poren der Schale nur durch einen niedrigen kragenförmigen

Ringwall unterschieden und steht daher den soeben erwähnten primitivsten Pylomen noch sehr nahe. Sehr hoch ausgebildet ist aber z. B. das Pylom von Castanissa Challengeri (Fig. 14), es ist kreisrund, von sehr bedeutender Größe ($^1/_3$ so breit wie der Durchmesser der ganzen Schale) und von einer ansehnlichen Stachelkrone umrahmt.

Schließlich dürften unter diese Klasse der Pylombildungen noch zu rechnen sein die bei manchen Circoporiden vorkommenden Pylome. Es sind hier die an den Basen der Radialstacheln befindlichen Porenkränze die einzigen Öffnungen, die sich an der sonst soliden Schale vorfinden, man kann daher schon a priori schließen, daß, wenn sich bei diesen Phäodarien Pylome ausbilden, sie mit ihrer Entwicklung an diese Poren anknüpfen müssen. Dieses ist denn auch der Fall, es wird jedoch in dieser Phäodarienfamilie dasselbe Resultat auf 2 prinzipiell voneinander verschiedenen Wegen erreicht. In der Abteilung der Circoporiden entsteht das Pylom in der Regel nach Wegfall des zentralen Stachels aus einem ganzen Porenkranz, es ist dies ein Typus der Pylombildung, welcher weiter unten seine Behandlung finden wird. Die zweite Art der Pylombildung der Circoporiden, welche sich besonders in der Abteilung der Haeckeliniden findet, knüpft an einzelne Poren des Porenkranzes der Radialstacheln an, und wird daher passenderweise hier geschildert. Als Beispiel möge die von Haeckel beschriebene und abgebildete Haeckeliana goetheana dienen (Fig. 15). Es liegt hier das Pylom zwischen 2 Radialstacheln und den dazu gehörigen Porenkränzen und ist entstanden zu denken durch Verschmelzung von 2 einander gegenüberliegenden Poren der letzteren. Es fällt dies bei der Betrachtung der Abbildung sofort in die Augen; während die Porenkränze dieser Form sich in der Regel aus 5 Poren zusammensetzen, besitzen beide an der Bildung des Pyloms beteiligten Porenkränze deren nur 4, der Ort jedoch, an welchem normalerweise die 5. Pore stehen würde, wird bei beiden Porenkränzen von einem Teile des Pylomrandes eingenommen, welcher unmittelbar bis dicht an die Basis der beiden Radialstacheln heranreicht. Das aus der Verschmelzung der beiden Poren entstandene Pylom hat sich noch bedeutend vergrößert und regelmäßig kreisrund ausgebildet. Auch die radialen Randgebilde des Pyloms sind auf bereits an den Porenkränzen vorhandene Bildungen zurückzuführen. Die das Pylom umgebende kontinuierliche Stachelkrone ist entstanden durch Verschmelzung der kleinen Stacheln, welche sich verstreut am Rande der Kranz-

poren finden; die beiden zentralen Radialstacheln der beiden an der Bildung des Pyloms beteiligten Porenkränze haben sich im Verhältnis zu den übrigen langen schlanken Radialstacheln (auf der Abbildung sind letztere bedeutend gestutzt) der Schale beträchtlich verkleinert und in kurze konische Spitzen umgewandelt, es steht diese Rückbildung in Korrelation mit der Verminderung des durch die Porenkränze hindurchgehenden radialen Sarkodestromes, der nun, besonders an diesem Teile der Schale, statt dessen der Hauptsache nach seinen Weg durch das Pylom nimmt. Die beiden verkleinerten Radialstacheln bleiben auch weiterhin bestehen und partizipieren an der für einen großen Teil der Pylome überhaupt charakteristischen Randbestachelung.

2. Ein Radialstachel als pylogene Bildung (Fig. 16—30).

Aus einem Radialstachel entwickelt sich ein Pylom bei denjenigen Spumellarien, welchen 2 sich an der Gitterschale gerade gegenüberstehende Polstacheln eigen sind, es wären dies also besonders die Familien der Stylosphaeriden, Ellipsiden und Druppuliden. Es findet sich diese Art der Pylombildung wahrscheinlich deshalb in diesen Familien, weil hier die beiden noch vorhandenen Radialpolstacheln so stark ausgebildet sind, daß ein einziger imstande ist, als Ausgangspunkt für die Entwicklung eines Pyloms zu dienen; die beiden meist mächtig entwickelten Stacheln lassen bereits auf eine verstärkte, einseitig an beiden Polen stattgehabte radiale Protoplasmaströmung schließen, in der sie ausgeschieden wurden; da dies aber auch die Ursache der Pylombildung ist, ist es begreiflich, wie die Entwicklung eines solchen von einem Polstachel ausgehen kann. Wenn sich der radiale Sarkodestrom noch mehr verstärkt, wird für ihn eine freie Passage nötig, der betreffende Polstachel wird kürzer und löst sich in mehrere kleinere Stacheln auf, welche nach den Seiten auseinanderweichen und als Randstacheln das neu gebildete Pylom umstehen; zugleich verschwindet dann in der Regel der Stachel am gegenüberliegenden Pole der Schale. In Figur 16, 17 und 20 haben wir Formen vor uns, bei denen die Stacheln in Rückbildung begriffen, jedoch noch beide vorhanden sind, in Figur 20 sind beide von gleicher Kürze und sind schon so in die dicke Schale eingezogen, daß sie nur noch als polare Zuspitzungen derselben erscheinen; in den Figuren 16 und 17 ist ein Stachel bis auf eine kurze Zuspitzung der Schale verschwunden, während der andere noch erhalten ist, dieser

ist jedoch ebenfalls auf dem Wege der Rückbildung resp. Umwandlung, was man aus seiner unregelmäßigen, einen geschrumpften Eindruck machenden Form schließen kann. Dieser letztere, auf der Abbildung untere, Stachel ist wahrscheinlich auf dem Wege zur Pylombildung, während der ihm gegenüberliegende, obere, im vollständigen Verschwinden begriffen ist. In Figur 21 ist von dem am späteren aboralen Pole befindlichen Stachel nur noch ein kleines Spitzchen übrig, welches sich kaum durch seine Größe von den die ganze Schale bedeckenden Höckern unterscheidet, in Figur 22 ist er vollständig verschwunden. In Figur 18 und 24 beginnt sich bereits der andere Polstachel in mehrere aufzulösen, die Teilstücke haben eine gemeinsame Basis und zeigen, eng aneinander angeschlossen, dieselbe Verlaufsrichtung, was ihren gemeinsamen Ursprung aus einem Stachel deutlich erkennen läßt. Als ein eigentliches Pylom kann man jedoch dies Stachelbündel noch nicht ansehen, da die einzelnen Stacheln noch so dicht beisammen stehen, daß zwischen ihnen unmöglich schon eine Öffnung vorhanden sein kann. Bei Figur 24 ist der am späteren aboralen Pole der Schale befindliche Stachel noch erhalten, während er bei Figur 18 schon vollständig in die Schalenwand einbezogen erscheint, nur noch ein nabelförmiger Buckel, welcher in einer Einsenkung der Schale sitzt, ist als letzter Rest vorhanden. Wie aus den Abbildungen ersichtlich, ist die Rückbildung des aboralen Stachels eine verschieden schnelle, bei Formen mit einem fertig ausgebildeten Pylom habe ich jedoch nie mehr ein deutliches Stachelrudiment gefunden. Bereits richtig ausgebildet ist das Pylom bei Figur 19 und 23, in beiden Fällen steht es jedoch noch auf einer ziemlich primitiven Stufe der Entwicklung; das Pylom von Figur 23 kann man sich leicht aus dem Stachel von Figur 22 hervorgegangen denken, und dasjenige auf Fig. 19 steht dem in Auflösung begriffenen Stachel von Fig. 18 noch sehr nahe, wie überhaupt letztere Form eine höchst interessante Zwischenstufe repräsentiert. Die Pylome der auf Figur 25—30 dargestellten neuen Arten lassen sich ebenfalls ungezwungen auf einen Radialstachel zurückführen: dieselben sind rund und klein, nicht breiter wie die Basis eines durchschnittlichen Polstachels, und durchbohren scharf umschrieben die meist dicke Schale, letztere nimmt sogar an Dicke in der Umgebung des Pyloms oft noch zu, wie es an der Basis eines Polstachels zu geschehen pflegt. Zuweilen sind die Randstacheln des Pyloms rückgebildet und letzteres besitzt dann einen mehr oder weniger glatten Rand (Fig. 28 bis 30), sind Randstacheln vorhanden, so stehen sie zu einem

dichten Bündel vereinigt, und zeigen, indem sie meist distalwärts konvergieren, einen übereinstimmenden Verlauf, kurz, sie machen den Eindruck eines einheitlichen Ganzen und lassen sich leicht als Teilprodukte von einem Polstachel herleiten. In Stomatosphaera amphistoma haben wir endlich eine Form vor uns, bei der wahrscheinlich beide Polstacheln in Pylome verwandelt sind.

3. Ein Stachelbüschel als pylogene Bildung (Fig. 31—38).

Neben einzelnen Polstacheln kommen in den Abteilungen der Stylosphaeriden und Prunoideen auch ganze Stachelbüschel vor, dieselben nehmen einen oder beide Pole der Schale ein und in der Regel nehmen die sie konstituierenden Stacheln von den Seiten her nach der Mitte der Gruppe an Länge zu. Es ist hier ebenfalls eine verstärkte radiale Sarkodeströmung an beiden Polen der Schale anzunehmen, während dieselbe jedoch im vorhergehenden Falle nur von verhältnismäßig geringer Dicke war und sich daher auch nur in einem verstärkten Radialstachel am Skelette verkörperte, nimmt sie hier jedenfalls den ganzen Pol der Schale ein[1]). Sobald nun in diesem Falle eine noch weitere Verstärkung der radialen Sarkodebahnen an den Polen der Schale freien Durchtritt in Form eines Pyloms nötig macht, ist es nicht notwendig, daß, wie beim vorigen Typus, ein Stachel auseinanderweicht, sondern es fällt einfach der zentrale Teil der Stachelgruppe samt der ihn tragenden Partie der Gitterschale weg, während die seitlichen Stacheln des Büschels als Randstacheln des Pyloms bestehen bleiben können. Bei Prunoideen, bei welchen die langgestreckte Schale an beiden Polen in der Regel in eine gegitterte Röhre ausgezogen ist, kommen bei einigen Formen an Stelle der letzteren Stachelbüschel vor, wie aus Figur 31 ersichtlich ist. Diese Stachelbüschel kann man sich als Vorläufer ähnlicher polarer Pylombildungen entsprechender Formen vorstellen,

---

1) Auf die Ähnlichkeit und mögliche Verwandtschaft einer Stachelgruppe mit einem mit Randbestachelung versehenen Pylom weist schon Haeckel bei Besprechung seiner pylomatischen Discoideen hin: „These oscula may be compared with the similar polar formations in some Ellipsida (Lithomespilus)“ (Report, pag. 407) und: „Perhaps this osculum is comparable to the peculiar coronet of spines which is developed on one pole of the shell axis in some Ellipsida (Lithomespilus, Lithapium)“ (Report, pag. 500).

wie z. B. die des in Figur 32 abgebildeten Peripanicium amphicorona. Man könnte die Pylombildungen der letztgenannten Art zwar auch als kurze Tuben auffassen, selbst wenn aber diese Auffassung als die richtige bewiesen wäre, thäte dies nichts zur Sache, es würde uns im Gegenteil wieder einmal die öfter konstatierbare interessante Thatsache vor Augen führen, daß auf verstärkten radialen Protoplasmabahnen beruhende Skelettbildungen nicht nur an verschiedenen Stellen des Systems, oft sogar bei nächstverwandten Arten, selbständig auftreten, sondern auch füreinander vikariierend eintreten können. Wie oben schon erwähnt, kommen bei vielen Stylosphaeriden und Prunoideen anstatt eines oder beider Polstacheln Stachelbüschel vor, ebenso wie in dem eben besprochenen Falle statt der Tuben, die wir weiter unten auch als einen Typus der Pylombildung kennen lernen werden. Auch bei diesen Formen haben sich aus einem Stachelbüschel Pylome entwickelt, wie aus einer Reihe von mir gefundener neuer Formen hervorgeht. Da der in Rede stehende Typus der Pylombildung mit dem vorhergehenden viel Ähnlichkeit besitzt (denn abgesehen davon, daß Stachelbüschel in denselben Gruppen des Systems wie die Polstacheln statt dieser, entweder nur an einem (Fig. 33), oder an beiden Polen der Schale vorkommen, ist ein Stachelbüschel oft kaum von einem aufgelösten Polstachel zu unterscheiden), ist es auch oft kaum oder gar nicht zu entscheiden, ob als Vorläufer eines Pyloms ein Polstachel oder ein ganzes Stachelbüschel zu betrachten ist. Wahrscheinlich sind die aus einem Polstachel entstandenen Pylome kleiner, schärfer umschrieben und besitzen eine weniger stark ausgebildete radiale Randbekleidung, während die aus einem Stachelbüschel hervorgegangenen von beträchtlicherer Breite sind, zuweilen den ganzen Pol der Schale einnehmen (Fig. 34, 38), sich seitlich nicht scharf von den benachbarten Schalenpartieen abgrenzen lassen und sich durch eine oft mächtig entwickelte und zuweilen eigentümlich umgestaltete Randbestachelung auszeichnen. Das Pylom von Figur 34 besitzt, von der Seite gesehen, noch auffallende Ähnlichkeit mit einem Stachelbüschel und läßt sich deutlich als aus einem solchen hervorgegangen erkennen. Die Randbekleidung des Pyloms auf Figur 35 ist in eigentümlicher Weise umgebildet, es spannt sich nämlich zwischen 4 an den 4 Ecken eines Rechtecks stehenden Randstacheln von mäßiger Größe eine dünne durchsichtige Kieselmembran aus, welche das Pylom wie eine Kraterwand umgiebt. Der orale Pol von Prunopyle petrosa auf Figur 38 wird von unregelmäßig und bizarr ge-

formten, mächtig entwickelten felsartigen Bildungen eingenommen. Bei Figur 26, 37, 39 und 40 ist die Randbestachelung des Pyloms weniger stark ausgebildet, bei Figur 37 fällt die Randbestachelung eigentlich ganz weg und statt dessen ist das Pylom von unregelmäßigen, lappenförmigen Ausfranzungen der Gitterschale umgeben. Bei den auf Fig. 39 und 40 abgebildeten Formen dürfte es wohl unsicher sein, ob ihre Pylome von einem Stachelbüschel oder einem einzelnen Polstachel abzuleiten sind, wie diese Entscheidung sich überhaupt in den allermeisten Fällen nicht mit absoluter Bestimmtheit treffen läßt.

4. Ein Porenkranz mit zentralem Radialstachel als pylogene Bildung (Fig. 41—51).

Im vorhergehenden haben wir bereits die Poren der Gitterschale und den Radialstachel als Vorläufer vieler Pylombildungen kennen gelernt. Es kommen nun auch Kombinationen dieser beiden Bildungen vor, welche sich ebenfalls in Pylome umwandeln können, dieselben bestehen im allgemeinen in einem Radialstachel, dessen Basis von einem Kranze von Poren umgeben ist. Durch letzteren nimmt der verstärkte radiale Sarkodestrom seinen Weg, in welchem sich der zentrale Radialstachel ausgeschieden hat. Zunächst begegnen wir derartigen Gebilden in der Familie der Collosphaeriden. Es muß hier jedoch noch vorausgeschickt werden, daß, wenn außer den Kranzporen in der Schale noch andere Poren vorkommen, wie es natürlich besonders bei den typischen Gitterschalen der Spumellarien und somit auch der Collosphaeriden der Fall ist, sich die Kranzporen natürlich durch besondere Größe vor den übrigen Poren der Schale auszeichnen müssen. Eigentlich ist dies ja selbstverständlich, da man sonst jeden Radialstachel mit den ihn an der Basis umgebenden Poren für ein in Rede stehendes Gebilde ansehen müßte. Es hat sich letzteres erst aus einem einfachen Radialstachel und den demselben anliegenden Poren hervorgebildet durch Vergrößerung der Poren, wie es für die verstärkten radialen Protoplasmabahnen notwendig war. Bei Collosphaeriden sind Porenkränze mit zentralem Stachel über die ganze Schalenoberfläche verstreut. Sie erheben sich meist, jedenfalls dem Sarkodestrom folgend, mehr oder weniger über die Oberfläche der Schale, oft so (Fig. 41), daß der Radialstachel von den Zwischenbalken der großen Basalporen wie von Stelzen getragen erscheint. Diese Bildungen gehen zuweilen unmerklich in einfache Ausstülpungen der Gitterschale über, die wir weiter unten auch als den Pylombildungen verwandte Erscheinungen anführen werden; wenn

der zentrale Radialstachel rückgebildet wird und seine Basalporen sich nicht durch besondere Größe vor den übrigen Poren der Gitterschale auszeichnen, haben wir eine Bildung vor uns, welche von einer solchen einfachen Schalenausstülpung durch nichts unterschieden ist. Andererseits kann sich eine der Basalporen auf Kosten der anderen so vergrößern, so daß sie allein zu einer Pylombildung wird, ähnlich wie das oben geschilderte Pylom der Haeckeliniden (Fig. 15), es geht dann unmittelbar über in die oben besprochenen, bei den Collosphaeriden allgemein verbreiteten, aus Poren der Schale hervorgegangenen Pylombildungen (Fig. 1). Übergangsbildungen dieser Art zwischen Schalenausstülpung, pylomatisch erweiterter Pore und Porenkranz mit Radialstachel sind z. B. an der in Fig. 42 abgebildeten Kopie der von HAECKEL beschriebenen Acrosphaera collina vertreten. Zu eigentlichen einheitlichen Mündungsöffnungen bilden sich die Porenkränze bei den Spumellarien jedoch nicht um, sondern die Zwischenbalken der Kranzporen und der Radialstachel bleiben stets erhalten.

Bei den Acanthophracten oder den mit einer zusammenhängenden Gitterschale versehenen Acantharien zeichnen sich die 2 resp. 4 an den Basen der Radialstacheln befindlichen Poren der Gitterschale vor den übrigen Poren in der Regel durch besondere Größe und regelmäßige Form und Anordnung aus. HAECKEL unterscheidet sie daher auch als Aspinalporen von den kleineren und unregelmäßig verteilten Coronalporen (Fig. 43). Bei der auf Fig. 44 abgebildeten Art sind die zwischen den Aspinalporen befindlichen Radialstacheln sogar von der Oberfläche der Schale verschwunden und stehen nur noch mit der inneren Schalenfläche in Verbindung. Noch weiter geht dieser Prozeß des Zurückziehens der Stacheln nach innen in der in vieler Beziehung merkwürdigen Familie der Sphaerocapsiden vor sich. Dieselben besitzen außer den 20 Radialstacheln eine vollständige Kugelschale, welche nach HAECKEL aus zahllosen kleinen Acanthinplättchen besteht, deren jedes von einem feinen Porus durchbohrt wird. Eigentliche große Schalenporen befinden sich nur da, wo die Stacheln die Schale durchbrechen, indem jeder Radialstachel durch eine solche Perspinalpore seinen Weg nimmt. Diese abweichende Beschaffenheit der Schale erklärt sich nach HAECKEL zum Teil dadurch, daß dieselbe nicht, wie bei allen anderen Akanthophrakten, durch tangentiale Apophysenbildung von den Stacheln aus gebildet wird, sondern sich unabhängig von den Radialstacheln anlegt. Während nun bei dem Genus Astrocapsa die Stacheln noch über die Schalenoberfläche emporragen (Report, Plate 133, fig. 9—10), stehen sie bei Sphaerocapsa mit

derselben zwar noch in Verbindung, gehen jedoch nicht mehr als freie Radialstacheln über ihre Oberfläche hinaus (Fig. 45), noch weiter geht dieser Rückbildungsprozeß bei Porocapsa, wo die Stacheln kürzer sind als der Radius der Schale und daher mit letzterer gar nicht mehr in Verbindung stehen. Das Lumen jeder Perspinalpore, die man nun auch als einheitliche Pylombildung ansehen kann, ist jetzt frei und gestattet dem Sarkodestrom ungehinderten Austritt. Bei Cannocapsa, die sonst mit Porocapsa übereinstimmt, sind die Perspinalporen noch dadurch differenziert, daß sich über jeder ein langer solider Tubus erhebt (Fig. 46). Vollendet ist endlich die Rückbildung der Stacheln bei Cenocapsa, wo dieselben auch im Zentrum verschwunden sind, wir haben hier, wie schon der Name der Gattung sagt, eine leere Kugel vor uns, deren Acanthariennatur man nur noch an den 20 nach dem Müller'schen Gesetz angeordneten, ehemaligen Perspinal-, jetzt Pylomporen erkennt. Bei den Diploconiden und verwandten Formen finden sich Bildungen, welche mit einem Radialstachel und basalen Poren zwar nicht direkt zu vergleichen sind, jedoch eine gewisse Analogie nicht verkennen lassen. Bei Diploconus (Fig. 47) sind von den 4 Äquatorialstacheln 2 einander gegenüberstehende in der sogenannten hydrotomischen Achse liegende stark hypertrophisch entwickelt und von 2 kegelförmigen Scheiden umgeben. So bekommt die Schale eine sanduhrförmige, typisch monaxone Gestalt, die Pseudopodien strahlen in 2 Bündeln jederseits aus einer Kegelscheide aus, in der Mitte jedes dieser Pseudopodienbündel befindet sich der stark ausgebildete hydrotomische Stachel. Wie leicht einzusehen, ist dies im Prinzip derselbe Befund wie bei einem Radialstachel mit basalen Poren, hier wie dort befindet sich ein Radialstachel in der Mitte eines verstärkten radialen Sarkodestromes, der von seiner Basis ausgeht und dem gegenüber die übrigen radialen Protoplasmabahnen des Radiolarienkörpers mehr oder weniger in den Hintergrund treten.

Zu einem typischen, in der Einzahl vorhandenen Pylom entwickelt sich aber ein Porenkranz mit zentralem Radialstachel ganz besonders in der Phäodarienfamilie der Circoporiden. Die Schale dieser Phäodarien besitzt eine eigentümliche Cämentstruktur (siehe Haeckel, Report), und, wie schon erwähnt wurde, sind die Porenkränze die einzigen Öffnungen nach außen. Es ist daher natürlich, daß, sobald sich ein Pylom ausbildet, infolge der Disposition hierzu, welche in der osculosen Phäodarienzentralkapsel bereits vorliegt, seine Bildung von diesen Porenkränzen ausgeht. Wie

schon früher erwähnt wurde, geschieht dies auf zweierlei Weise, einerseits entsteht bei den Haeckeliniden das Pylom aus einzelnen Poren des Porenkranzes, dies wurde schon beim ersten Typus der Pylombildung besprochen, andererseits wandelt sich bei der anderen Abteilung der Circoporiden, den Circogoniden, ein ganzer Porenkranz in ein Pylom um, und zwar dadurch, daß der zentrale Stachel einfach wegfällt, und so die einzelnen Poren in der Mitte zu einer einheitlichen Pylomöffnung confluieren. Rudimente der Zwischenbalken der Poren, welche früher den Radialstachel trugen, bleiben meist erhalten und bewirken, indem sie über den Rand des Pyloms hinwegragen, ein meist regelmäßiges sternförmiges Aussehen desselben (Fig. 49, 50). In Fig. 48 sehen wir ein solches Pylom von Circostephanus coronarius. Es ist hier deutlich die Übereinstimmung in der Stellung mit den Radialstacheln zu sehen, es macht ganz den Eindruck eines Porenstranges, dem der zentrale Radialstachel fehlt und seine diesbezügliche phylogenetische Ableitung ist ziemlich plausibel. Während bei den Haeckeliniden die Stacheln mit ihren zugehörigen Porenkränzen ohne bestimmte Anordnung gleichmäßig über die Schale verstreut sind, sind sie bei den Circogoniden in bestimmter und für die einzelnen Gattungen charakteristischer Art und Weise angeordnet, und zwar so, daß, wenn man sich ihre Basen durch gerade Linien verbunden denkt, ein reguläres oder subreguläres endosphaerisches Polyheder resultiert. Entweder ist die thatsächliche Form der Schale noch kugelförmig (Fig. 49), oder die regulär verteilten Stacheln haben dieselbe bereits so beeinflußt, daß ein wirkliches Polyheder entstanden ist, von dessen Ecken die Stacheln ausstrahlen (Fig. 48, 50). Bei der auf Fig. 48 abgebildeten Form vertritt das Pylom einen fehlenden Stachel, indem es an der betreffenden Ecke des Pyloheders steht, seine Deutung macht daher keinerlei Schwierigkeiten. Anders verhält es sich jedoch bei der Mehrzahl der Circogoniden, hier ist jede Ecke des Polyheders mit einem Stachel ausgerüstet, während das Pylom in der Mitte einer Polyhederfläche postiert ist. Hier scheint es, als ob das Pylom eine Bildung sui generis wäre und, da es nicht an der Stelle eines Stachels steht, auch nicht auf den Porenkranz eines solchen zurückführbar sei. Wahrscheinlich hatte sich jedoch das Pylom bereits ausgebildet, als die regelmäßige Anordnung der Radialstacheln noch nicht Platz gegriffen hatte, also bei Formen, welche wir heute zu den Haeckeliniden rechnen würden, erst später entwickelten

sich aus dieser Stammgruppe divergent die einzelnen Gattungen der Circogoniden mit bestimmter charakteristischer Zahl und Gruppierung der Radialstacheln, zunächst mit runder Schale (Fig. 49), erst später bildete sich aus dieser unter dem Einflusse der Stacheln eine Polyhederform hervor (Fig. 48, 50). Bei diesem Entwicklungsgange kam nun wahrscheinlich bei einigen Formen das Pylom an die Stelle eines Radialstachels, nämlich an eine Ecke des Polyheders zu stehen (Fig. 48), bei anderen hingegen, unabhängig von Zahl und Anordnung der Stacheln, in die Mitte einer Polyhederfläche (Fig. 49, 50). Die Familie der Tuscaroriden, diese höchst interessanten Tiefseephäodarien, stimmen mit den Circoporiden sowohl in der ckarakteristischen Cämentstruktur der Schale als auch durch den Besitz von hier oft sehr langen Stacheln mit basalen Porenkränzen überein, sie unterscheiden sich von den Circoporiden nur durch den typisch monaxonen Bau ihrer Schale. Es ist daher wohl berechtigt, dieselben mit Haeckel phylogenetisch von den Circoporiden abzuleiten, sie als Circoporiden aufzufassen, deren Schale durch den anhaltenden Einfluß des Pyloms, vielleicht im Zusammenhang mit dem Aufenthalt in den größten Meerestiefen, sich vollständig monaxon umgestaltet hat. Es würde sich nur fragen, ob wir das Pylom der Tuscaroriden von dem aus einer Pore des Porenkranzes entstandenen Pylom der Haeckeliniden oder dem Pylom der Circogoniden abzuleiten hätten. Es ist dies wegen der großen Umwandlung, welche das Pylom wie das Skelett der Tuscaroriden überhaupt jedenfalls erlitten hat, schwer zu entscheiden und beide Auffassungen ließen sich verteidigen. Man könnte sich z. B. vorstellen, daß das Pylom der auf Fig. 51 abgebildeten Tuscarora Wyvillei durch Verschmelzung von je 1 Pore aus jedem der 3 es umstehenden Porenkränzen der 3 adoralen Stacheln entstanden sei. Mir kommt es jedoch natürlicher vor, die Tuscaroriden von Circogoniden ähnlichen Formen abzuleiten und demnach ihr Pylom einem ganzen Porenkranze gleichzusetzen. Die auf Fig. 51 abgebildete Tuscaroride würde dann z. B. von einer Circoporide mit 6 an den 6 Ecken eines regulären Oktaheders stehenden Stacheln abzuleiten sein (Peport, Plate 117, fig. 5), das Pylom stand auf der Mitte einer Oktohederfläche zwischen 3 Stacheln ungefähr so wie das der Fig. 49 oder 50. Indem nun ein monaxoner Bau der Schale sich geltend macht, geht ihre frühere polyaxone Form verloren und auch die Stacheln gruppieren sich symmetrisch zur Hauptachse, die 3 auch schon früher dem Pylom benachbarten Stacheln rücken als Randbestachelung an den Rand desselben, die 3 anderen

Stacheln dagegen nehmen am aboralen Pole eine entsprechende Stellung ein. Diese, mit der infolge eines Pyloms entstandenen monaxonen Form der Schale als Korrelationserscheinung zusammenhängende polare Anordnung der radialen Stachelgebilde, wie sie in entsprechender oder ähnlicher Form auch bei anderen Protisten vorkommt, soll im nächsten Abschnitt näher besprochen werden.

5. Das Pylom entsteht durch Degeneration eines Theiles der Gitterschale.

Am einfachsten wird entschieden den lokal hypertrophisch entwickelten radialen Protoplasmabahnen dadurch freie Passage gemacht, daß die in dem betreffenden Radius liegende Partie des tangential verlaufenden Gitterwerkes einem einfachen Auflösungs- und Rückbildungsprozesse unterliegt: die Gittermaschen werden unregelmäßiger und größer, die Zwischenbalken im Verhältnis dünner bis zum vollständigen Schwund des betreffenden Stückes der Gitterschale, sekundär kann sich dann noch eine Randbestachelung des Pyloms ausbilden. Von besonderem Werte für das Verständnis dieser Art der Pylombildung ist die oben unter dem Namen Sphaeropyle heteropora von mir beschriebene und auf Figur 52 abgebildete neue Art. Bei derselben ist ein annähernd kreisrundes Feld, welches etwa die Hälfte der nach oben gekehrten Hemisphäre der äußeren Gitterschale einnimmt, durch auffallend große, unregelmäßig geformte Gittermaschen ausgezeichnet. Es setzt sich diese Partie ziemlich scharf gegen die übrigen Teile der Gitterschale ab, welche Poren besitzt, die etwa von gleicher Größe und gegenseitiger Entfernung voneinander, rundlich und dem Flächeninhalte nach im Durchschnitte etwa 10mal kleiner sind wie die Maschen des Pylomfeldes, letzteres ist außerdem von kurzen gedrungenen Radialstacheln umrahmt. Dieses runde Feld der äußeren Schale ist nun jedenfalls als ein in Bildung begriffenes Pylom aufzufassen. Die Gitterschale ist bereits in Auflösung begriffen, die Maschen sind ganz unregelmäßig, ungeheuer vergrößert und infolgedessen auf eine geringere Zahl beschränkt, daher ist das betreffende Gewebestück luftiger und für ein verstärktes Pseudopodienbündel durchlässiger geworden, eine Randbestachelung hat sich auch schon ausgebildet. Es kann diese Stelle bereits als, wenngleich noch unfertiges, Pylom angesehen werden, das schon sehr geschwächte und verdünnte Gitterwerk braucht nur noch ganz zu schwinden und das Pylom ist fertig ausgebildet. Nach diesem Typus sind wahrscheinlich die Mehrzahl der typischen,

meist in der Einzahl vorhandenen Pylome der Spumellarien gebildet: die Pylome einiger von mir gefundener Sphaeropyliden, durch Auflösung einer Stelle des Scheibenrandes wahrscheinlich die Pylome der meisten, wenn nicht aller pylomatischen Discoideen und Larcoideen (Fig. 53—70).

Endlich mögen hier noch 2 Bildungen des Skelettes Erwähnung finden, welche, soweit wenigstens das jetzige Beobachtungsmaterial reicht, sich zwar nirgends zu typischen Pylomen weiterentwickelt haben, jedoch mit den im vorhergehenden besprochenen Erscheinungen verwandt sind, da auch sie jedenfalls einer einseitig verstärkten radialen Protoplasmaströmung ihre Entstehung verdanken. Es sind dies

6. Ausstülpungen der Gitterschale und 7. von der Gitterschale gebildete Siphonen (Fig. 71—74).

Einfache Ausstülpungen der Gitterschale finden sich in verschiedenem Grade der Ausbildung bei Sphaeroideen (Figur 71, außerdem siehe Report, Plate 8, fig. 10 — Plate 12, fig. 3 u. 4 — Plate 28, fig. 2), Prunoideen (Fig. 74) und Cyrtoideen (Report, Plate 61, fig. 13 und 14).

Mit den Schalenausstülpungen hängen genetisch eng zusammen die bei vielen Prunoideen vorkommenden polaren Röhrenbildungen. Figur 73 zeigt eine solche, noch in Entwicklung begriffene Prunoideenschale, bei der die Röhren noch nicht ausgebildet sind. Die äußere Schale ist an beiden Polen offen und sieht dieses Entwickelungsstadium daher auffallend einer Stomatosphaera ähnlich. Tuben entstehen erst allmählich dadurch, daß am Rande dieser provisorischen Pylome die Gitterschale als Röhrenwand weiterwächst (Fig. 72, außerdem siehe Report, Plate 39, fig. 6, 8, 10, 16, 18, 19). Wenn die Tuben eine gewisse Länge erreicht haben, schließen sie sich meist (wenn nicht immer?) an ihrem distalen Ende. Die Länge der Tuben hängt jedenfalls ab von der Intensität der von ihnen umschlossenen radialen Sarkodeströmung, je eher dieselbe erlahmt, desto früher schließt sich der Tubus an seinem Ende. Schalenausstülpungen und Röhrenbildungen gehen unmerklich ineinander über und es läßt sich nur ein gradueller, kein prinzipieller Unterschied zwischen beiden konstatieren, beides sind von einer entsprechenden Stromrichtung des Protoplasmas veranlaßte, radiale Auswachsungen der Gitterschale, die früher oder später ihren Abschluß erfahren. Findet dieser Verschluß unmittelbar nach der Anlage statt, so haben wir eine Schalenausstülpung,

welche sich durch ihre mehr konische Form von der je nach der Länge mehr oder weniger zylindrischen der Siphonen unterscheidet. Wie unmöglich es ist, eine scharfe Grenze zwischen Ausstülpungen der Schale und Siphonen zu ziehen, geht aus Figur 74 hervor, bei welcher sich die polaren Röhrenaufsätze kaum von den seitlichen Schalenausstülpungen unterscheiden lassen.

Schließlich möchte ich nur noch erwähnen, daß, wie es sich schon von vornherein denken läßt, viele Pylome ihre Herkunft gar nicht oder nur vermutungsweise erkennen lassen. Abgesehen von sekundären Randgebilden und anderen Korrelationserscheinungen ist es ja ganz natürlich, daß Gebilde, welche demselben Zwecke dienen, einander durch Konvergenz immer ähnlicher werden. Es ist daher häufig unmöglich, ein Pylom einer der soeben besprochenen Typen der Pylombildung mit Sicherheit zuzuweisen; auch bei manchen Pylomen, die ich oben bestimmten Bildungstypen zuerteilt habe, geschah dies nur vermutungweise, wie man nicht nur hier, sondern überhaupt in noch vielen anderen Fällen genötigt ist, eine Bildung ihrem allgemeinen Aussehen nach, mehr nach dem Gefühl zu beurteilen, ohne daß einem oft bestimmte Merkmale zur Verfügung stehen, welche der Sache erst Sicherheit geben können. Für die Hauptsache halte ich es nur, wie ich glaube, eine gewisse Gesetzmäßigkeit in der Bildung der Pylome und verwandter Erscheinungen nachgewiesen und dieselben nach der verschiedenen Art ihrer Entstehung und ihres Auftretens geordnet zu haben, so daß auf dieser Grundlage eine vergleichende Zusammenfassung möglich ist. Daß viele Pylombildungen der verschiedenen Bildungstypen einander so ähnlich werden können, daß man ihre Herkunft nicht mehr sicher feststellen kann, ist, wie schon bemerkt, sehr natürlich. In den Figuren 75 und 76 gebe ich die Abbildungen von 2 interessanten neuen Formen, bei welchen ich über die Ableitung ihrer Pylome keine Vermutung auszusprechen wagte und sie daher auch in keiner der vorstehenden Abschnitte definitiv unterbringen konnte.

B. Primäre Pylombildungen.

Was ich unter primären Pylombildungen im Gegensatz zu sekundären verstehe, habe ich oben schon gesagt und brauche ich dasselbe daher wohl hier nicht zu wiederholen. Da die erste Anlage resp. Bedingung jeder Pylombildung, nämlich eine einseitig

verstärkte radiale Sarkodeströmung, wie oben erwähnt, bei den primären Pylomen der Bildung einer zusammenhängenden Gitterschale phyletisch voranging und daher das Pylom (wenigstens in der Anlage) gleich bei der ersten Bildung des Skelettes entstand, können wir von einer phylogenetischen Entwicklung der primären Pylome eigentlich gar nicht reden, da sie eben so alt sind wie das zusammenhängende Skelett selbst. Daher versteht es sich auch, daß wir nicht die primären Pylombildungen, wie die sekundären, in verschiedene Bildungstypen einteilen können.

Die primären Pylombildungen sind auf die beiden Legionen der Nassellarien und Phäodarien beschränkt, die beiden von den 4 großen Radiolarienabteilungen, deren Zentralkapsel, wahrscheinlich durchgängig, auch ein Osculum besitzt und welche auch deshalb von Haeckel als Osculosa den beiden anderen Legionen, den Spumellarien und Acantharien, oder Porulosa gegenübergestellt worden sind. Nach dem heutigen Stande unserer Kenntnisse können wir die Pylome aller Nassellarien und die der Phäodorienfamilien der Challengeriden (Fig. 93), Medusettiden, Conchariden, Coelodendriden und Coelographiden als primäre bezeichnen.

Die Skelette der Nassellarien sind jedenfalls ursprünglich alle monaxon (resp. endipleur oder bilateral symmetrisch, hierüber siehe das nächste Heft dieser Studien) gebaut, ein Pylom kann natürlich erst dann an dem einen Pole der Hauptachse deutlich hervortreten, sobald eine zusammenhängende Gitterschale gebildet wird. Nach dem Fehlen oder Vorhandensein einer solchen Gitterschale theilt Haeckel die Nassellarien ein in Plectellarien und Cyrtellarien, letztere besitzen eine zusammenhängende Schale, erstere nicht. Von den Plectellarien besitzen die Nassoideen als primitivste Nassallarien überhaupt noch keine Skeletteile, jedoch haben sie bereits eine typisch monaxone Grundform, in der einen Hälfte der Hauptachse befindet sich das Osculum der Zentralkapsel und von hier ausstrahlend das Hauptpseudopodienbündel. Die beiden anderen Gruppen der Plectellarien, die Plectoideen und Stephoideen, besitzen zwar bereits ein zusammenhängendes Skelett, dasselbe besteht jedoch nur aus einem losen Gerüst von Kieselbalken und entbehrt noch eines einheitlichen Abschlusses nach außen. Dieser findet sich erst in Form einer Gitterschale in den 3 Abteilungen der Cyrtellarien, bei den Spyroideen, Cyrtoideen und Botryodeen, und hier ist auch, ursprünglich wenigstens, fast überall ein primäres Pylom vorhanden. In vielen Fällen jedoch geht das Pylom sekundär

wieder verloren, fast immer ist aber die sekundäre Natur der Abwesenheit desselben deutlich zu erkennen. Das Verschwinden eines Pyloms beruht jedenfalls auf der Abnahme der dasselbe passierenden Protoplasmaströmung. Dieselbe hat hier wahrscheinlich während des phylogenetischen Rückbildungsprozesses ebenso allmählich abgenommen, wie sie bei der Entstehung der sekundären Pylombildungen allmählich zugenommen hat, und es wird daher das sehr interessante Faktum begreiflich, daß bei der Rückbildung der primären Pylome der Nassellarien dieselben Bildungen am Skelett auftreten, welche wir als Ausgangspunkt der verschiedenen Typen der sekundären Pylombildungen kennen gelernt haben. Die Ursache ist in beiden Fällen dieselbe, nämlich eine verstärkte radiale Sarkodeströmung, welche jedoch in dem einen Falle noch, in dem anderen Falle schon zu schwach ist, um ein typisches Pylom hervorzubringen: da die Ursache dieselbe ist, werden auch die Wirkungen ähnliche sein: dieselben Wege, welche bei der Bildung der sekundären Pylome eingeschlagen wurden, gelten in umgekehrter Richtung für die Rückbildung der primären.

Ich werde für jeden Rückbildungstypus des Nassellarienpyloms eine Abbildung als Beispiel geben (Fig. 77—84), im übrigen verweise ich auf die zitierten Figuren in HAECKEL's Report.

1. Als Rudiment des Pyloms figuriert eine große Pore.

Figur 77. (Außerdem Report, Pl. 61, fig. 10 u. 11. — Pl. 77, fig. 2 u. 8.)

2. An Stelle des Pyloms steht ein dem Apikalstachel gegenüberliegender Polstachel.

Figur 78. (Außerdem Report, Pl. 66, fig. 10. — Pl. 68, fig. 10, 11, 12. — Pl. 76, fig. 10.)

3. An Stelle des Pyloms steht ein Stachelbüschel.

Figur 79. (Außerdem Report, Pl. 76, fig. 6, 7, 8. — Pl. 78, fig. 14. — Pl. 87, fig. 9 u. 10.)

4. Ein Radialstachel mit basalem Porenkranz scheint in typischer regelmäßiger Ausbildung an Stelle des Pyloms nicht vorzukommen, obgleich es an Anklängen an derartige Bil-

dungen nicht fehlt, indem die Poren, welche an der Basis des an Stelle eines Pyloms stehenden Polstachels oder einer Stachelgruppe sich befinden, sich vor den übrigen Poren der Schale durch besondere Größe auszeichnen (z. B. Rep., Pl. 76, fig. 10).

5. Das den oralen Pol abschließende Gewebe ist unregelmäßig und hat noch viel größere Maschen wie die übrige Gitterschale,

ähnlich wie es als Anlage des sekundären Pyloms bei Sphaeropyle heteropora (Fig. 52) der Fall ist, während die Randbestachelung bereits verloren gegangen ist. Figur 80. Andererseits giebt es Cyrtoideen, deren Verschlußstelle des Pyloms sich von den übrigen Teilen der Gitterschale nicht mehr unterscheidet, während die Randbestachelung noch vollkommen erhalten ist (Report, Pl. 57, fig. 6 u. 7). Es sind daher hier die bei Sphaeropyle heteropora zusammen auftretenden Charaktere, in Auflösung begriffenes Gewebe und Randbestachelung, getrennt bei verschiedenen Formen vorhanden, bei einigen hat sich diese, bei anderen jene Bildung länger erhalten.

6. An Stelle des Pyloms treten kurze Ausstülpungen der Schale.

a) Die Gitterschale findet an ihrem oralen Pol einen zugespitzten, konischen Abschluß, welcher den Eindruck einer Ausstülpung der Gitterschale macht. (Report, Pl. 67, fig. 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8, 9. — Pl. 68, fig. 13. — Pl. 70, fig. 12. — Pl. 78, fig. 1, 2, 3, 4, 6, 7.)

b) Die 3 typischen Basal- resp. Randstacheln des Pyloms der Cyrtoideen werden durch entsprechende Ausstülpungen der Schale ersetzt, während der orale Pol der Schale einen glatten Abschluß findet. Figur 81. (Außerdem Report, Pl. 67, fig. 2, 11, 12, 14, 15.) Einen interessanten Übergang zwischen Stachel und Schalenausstülpung zeigen die entsprechenden Gebilde von Lithornithium fringilla (Report, Pl. 67, fig. 2), während sich die Schale allmählich unter dem Stachel emporwölbt, bildet sich letzterer successive zurück, bei Lithochytris Lucerna (Report, Pl. 67, Fig. 14) ist er schon fast ganz geschwunden.

7. An Stelle des Pyloms treten lange, gegitterte Röhren.

Ebenso wie bei den sekundären Pylombildungen läßt sich auch hier keine scharfe Grenze ziehen zwischen Schalenausstülpungen

und Siphonen. Letztere gehen aus ersteren hervor durch größeres Längenwachstum und später resp. nie eintretenden distalen Verschluß, wodurch an Stelle der konischen eine cylindrische Form tritt. Aus beiden der eben erwähnten Arten der Schalenausstülpungen, sowohl den die 3 Randstacheln vertretenden als auch der einzigen polaren, an der Stelle des rückgebildeten Pyloms stehenden, sind bei verschiedenen Arten Siphonen hervorgegangen:

a) An der Stelle des rückgebildeten Pyloms befindet sich eine gegitterte Röhre, welche gewöhnlich an ihrem Ende offen bleibt, oder mit anderen Worten, das Pylom ist in einen Sipho ausgezogen. Figur 82. (Außerdem Report, Pl. 68, fig. 5 u. 6. — Pl. 78, fig. 10, 11, 12, 16.)

b) Die 3 Randstacheln des Pyloms werden durch cylindrische gegitterte Röhren ersetzt, welche, an ihrem distalen Ende, spitz auslaufend, geschlossen sind. (Report, Pl. 57, fig. 13.)

Endlich findet bei vielen Formen die Schale am aboralen Pole einen vollständigen regelmäßigen Abschluß, ohne daß noch Bildungen, welche auf eine stärkere Sarkodeströmung am oralen Pol hindeuteten, erhalten wären. In einer Anzahl von Fällen ist der Apikalstachel und das basale Tripodium noch vorhanden, bei anderen Formen fehlt ersteres oder letzteres (Fig. 83), bei einigen endlich fehlen alle radialen Anhänge und man kann dann nur aus der monaxonen Grundform, den transversalen Einschnürungen etc.[1]) auf die Nassellariennatur dieser Formen und ein früher vorhandenes Pylom schließen (Figur 84 u. 102). Außer bei Cyrtoideen kommt ein vollständiger Verschluß des Pyloms auch bei Spyroideen und Botryodeen häufig vor. (Vergleiche hierzu die zahlreichen abgebildeten Fälle in HAECKEL's Report.)

Rückbildungen der primären Pylome scheinen bei Phaeodarien nicht vorzukommen.

Fassen wir zum Schluß noch die durch die vergleichend-anatomischen Untersuchungen dieses Kapitels erlangten Resultate zusammen. Einer der vielen Differenzierungsprozesse, welche die Komplikation des ursprünglich einfachen, homaxonen Radiolarienkörpers bewirken, ist die Pylombildung. Dieselbe wird bedingt durch eine einseitige lokale Hypertrophie der radialen Sarkodestränge, wodurch sich die in dem betreffenden Radius liegende Stelle im Skelette in charakteristischer Weise zu einem Pylom entwickelt. Es kann eine solche lokale Verstärkung der radialen

1) Genaueres hierüber siehe im VI. Abschnitt.

Sarkodebahnen in der phylogenetischen Entwicklung entweder der Bildung eines zusammenhängenden Skelettes vorausgegangen sein, so daß sich letzteres gleich bei seiner Entstehung, an die vorhandene Organisation des Weichkörpers anknüpfend, pylomatisch ausbildete, oder es können Pylome am fertigen Skelett der verschiedensten Formen erst nachträglich entstehen. Im ersteren Falle sprechen wir von primären, in letzterem von sekundären Pylombildungen, während die primären Pylome (wenigstens in der Anlage) phylogenetisch gleichzeitig mit dem Skelett überhaupt entstanden sind, diesem gleichalterig sind, sind die sekundären Pylombildungen erst nachträglich an dem bereits fertig ausgebildeten Skelett entstanden und somit jüngeren Ursprungs wie dieses selbst. Die sekundären Pylome treten in den verschiedensten Gruppen des Systems unabhängig voneinander auf, und können sich, wie oben gezeigt wurde, aus verschiedener Anlage auf die verschiedenste Art und Weise entwickeln und dennoch werden die sekundären wie auch die primären Pylome einander durch hochgradige Konvergenz so ähnlich, daß es in vielen Fällen zweifelhaft, ja unmöglich ist, sie einem bestimmten Typus der Pylombildung zuzuweisen. Dies erklärt sich einfach dadurch, daß allen Pylombildungen dieselbe Ursache zu Grunde liegt, nämlich eine einseitige Verstärkung der radialen Sarkodestränge, letzteren einen freien Durchgang zu verschaffen ist der gemeinsame Zweck sämtlicher Pylome. Dies wird in natürlicher Weise erreicht durch eine Öffnung (Pylom) in dem den Sarkodekörper umgebenden tangential verlaufenden Gitterwerk, welche sich durch besondere Größe vor den übrigen Poren der Schale auszeichnet, ebenso wie die durchtretenden hypertrophisch entwickelten radialen Sarkodestränge vor den übrigen Pseudopodien. Andererseits werden die stark ausgebildeten radialen Sarkodestränge die Entstehung von entsprechenden radialen Randgebilden des Pyloms bewirken, welche thatsächlich sich auch fast stets konstatieren lassen. Es ist daher die übereinstimmende Bauart der Pylome leicht begreiflich, da sie sich auf ein und dieselbe Bildungsursache zurückführen läßt. Wie schon gesagt, ist diese gemeinsame Bauart der Pylome charakterisiert 1. durch eine sich durch besondere Größe auszeichnende Öffnung und 2. meist durch radiale Randgebilde der letzteren. So verschieden nun aber auch die phylogenetische Entstehung der im ausgebildeten Zustande einander meist so ähnlichen Pylome ist, läßt sich dennoch auch hier eine gewisse Übereinstimmung erkennen, indem die Pylom-

bildung an morphologische Befunde des Skelettes anknüpft, welche bereits auf eine verstärkte radiale Protoplasmaentwicklung schließen lassen und hierin eine gegenseitige Verwandtschaft zeigen. Sobald die letztere eine weitere Steigerung erfährt, bilden sich die ersteren in bestimmter Art und Weise zu Pylomen um. Die primären Pylome kommen hier natürlich nicht in Betracht, da sie, mit der Gitterschale zu gleicher Zeit entstanden, nicht aus einem Teile derselben hervorgegangen sein können, wie ihnen daher eine Entwicklung eigentlich ganz abgeht. Am unvermitteltsten treten die durch Auflösung eines Teiles der Schale entstehenden Pylome auf, ohne sich von einer vorausgehenden Bildung herzuleiten. Daß sich aus einer Pore der Gitterschale ein Pylom entwickeln kann, ist sehr natürlich, so wie so schon dem Durchtritte der Pseudopodien dienend, wird mit einer lokalen Verstärkung der letzteren auch eine entsprechende Erweiterung der Pore Hand in Hand gehen, sowie in den meisten Fällen die Entstehung von radialen Randgebilden. Wird der sonst einen Polstachel ausscheidende radiale Protoplasmastrang noch mächtiger, so wird für ihn eine freie Passage nötig, es löst sich daher der Polstachel in mehrere Stacheln auf, welche auseinanderrücken und als Randbestachelung das Pylom umgeben. Während sich in diesem Falle die Protoplasmaströmung sozusagen durch den Stachel hindurch Bahn bricht, ihn von innen nach außen auseinanderdrängt, ist das Umgekehrte der Fall bei der Entstehung eines Pylomes aus einem Radialstachel mit basalem Porenkranz. Hier ist für die radiale Sarkodeströmung in den großen Basalporen bereits ein freier Durchtritt angebahnt, und wird dann ein Pylom nötig, so konfluiert der Porenkranz zu einer einheitlichen Öffnung, wodurch natürlich der Wegfall des zentralen Radialstachels, dem nun die Verbindung mit der Schale genommen ist, bedingt wird. Derselbe wird hier, im Gegensatz zum vorigen Bildungstypus, von außen nach innen verdrängt, er verschwindet spurlos, und eine eventuelle Randbestachelung muß sich erst sekundär von neuem bilden. Sehr einfach gestaltet sich die Bildung eines Pyloms aus einem polaren Stachelbüschel, es brauchen hier nur die zentralen Stacheln nebst dem sie tragenden Teile der Gitterschale wegzufallen, so ist das Pylom fertig, als dessen Randbestachelung die peripheren Stacheln der Gruppe gleich stehen bleiben. Es ist dies somit als eine Kombination anzusehen von der Pylombildung aus einem Polstachel und durch Wegfall eines Teiles der Gitterschale. Entwickelt sich endlich durch Ausstülpung der Gitterschale resp. aus einer gegitterten Röhre ein Pylom, so erscheint

dasselbe als ein Sipho, dessen radiale Wandbekleidung von dem nach außen gedrängten Teile der Gitterschale gebildet wird.

Der Einfachheit der Darstellung halber habe ich in diesem Kapitel die verschiedenen Entwicklungsstufen der Pylome nicht durch besondere Benennung scharf auseinandergehalten, da zwischen ihnen kein prinzipieller, sondern nur ein gradueller Unterschied besteht. Es schien mir vorteilhaft, einen solchen Unterschied in einem Abschnitt zu vernachlässigen, in welchem ich eine vergleichend anatomische und entwicklungsgeschichtliche Behandlung aller dieser verwandten Bildungen geben wollte, um den genetischen Zusammenhang derselben besser hervortreten zu lassen und die Übersichtlichkeit der Darstellung nicht zu erschweren. Trotzdem möchte ich aber aus praktischen Gründen eine Trennung in folgende 3 Entwicklungsstufen der Pylombildungen vorschlagen:

I. Pylogene Bildungen sind diejenigen Formdifferenzierungen des Skelettes, welche wir oben als Vorläufer von Pylombildungen kennen gelernt haben, wie die Pore, der Polstachel, das polare Stachelbüschel, der Radialstachel mit basalem Porenkranz und die Schalenausstülpung. Es sind dies Formverhältnisse, welche bereits auf eine lokale Verstärkung radialer Protoplasmastränge schließen lassen; Pylombildungen kann man sie noch nicht nennen, da sie noch durch keine einheitliche Mündungsöffnung verdrängt sind, sie sind jedoch zur Verwandlung in eine Pylombildung prädisponiert. Dieselbe geht thatsächlich vor sich, sobald während der phylogenetischen Entwicklung eine entsprechende Verstärkung der radialen Sarkodestränge eintritt.

II. Pyloid. Mit diesem Namen möchte ich diejenigen morphologischen Befunde des Skelettes bezeichnen, welche zwar schon durch eine einheitliche Mündungsöffnung, in der Regel auch mit radialen Randgebilden versehen, charakterisiert sind, die jedoch in der Mehrzahl, in mehr oder weniger konstanter Zahl und Anordnung, über das Skelett verstreut sind, ohne auf die Gesamtform desselben, wie wahrscheinlich auch des Weichkörpers, einen nachhaltigen Einfluß auszuüben. Hierher gehören besonders die aus einer Pore entstandenen Pylombildungen der Collosphaerida, Prunoidea, Botryodea und die durch Schwund der Acanthinstacheln gebildeten Öffnungen der Sphaerocapsida.

III. Pylom. Unter diesem Namen möchte ich endlich diejenigen Pylombildungen verstanden haben, welche in der Einzahl vorhanden sind und sich in der Regel durch beträchtlichere Größe und typischere Ausbildung vor den Pyloiden auszeichnen. Sie

üben einen solchen Einfluß auf die Gesamtform der Schale[1]) wie des ganzen Weichkörpers aus, daß sie an derselben eine Hauptachse mehr oder weniger deutlich hervortreten lassen, an deren einem Pole sich das Pylom befindet, eventuell kann sich auch der gegenüberliegende Pol der Schale zu einem Pylom umbilden. Hierher gehören sämtliche primäre Pylombildungen, sowie die sekundären von Sphaeropyle, Prunopyle, Stomatosphaera, Phacopyle, Ommatodiscus, Stomatodiscus, Discopyle, Spongopyle, Larcopyle und diejenigen der Castanellida, Circoporida und Tuscarorida, auch könnte man noch hierher rechnen die entsprechenden Bildungen der Diploconida.

Die pylogenen Bildungen des Skelettes sind, wie schon ihr Name sagt, die eventuellen Anlagen, aus denen sich während der phylogenetischen Entwickelung Pylombildungen entwickeln können, sowie auch die bereits fertigen sekundären Pylombildungen auf sie zurückzuführen sind. Die Pylombildungen zerfallen wieder in Pyloide und Pylome, während die ersteren nur ein Durchgangsstadium bezeichnen, auch so wie so nur in geringer Zahl vertreten sind, repräsentieren letztere den Höhepunkt der Ausbildung, wie sie sich auch in den verschiedensten Abteilungen des Systems in größter Verbreitung nachweisen lassen. Auch bezieht sich der systematische Teil dieser Arbeit unter Ausschluß der Pyloide nur auf die Pylome der Spumellarien.

Dasselbe, was für das Skelett das Pylom, ist für die Zentralkapsel das Osculum: Soweit das jetzige Beobachtungsmaterial reicht, kommt dasselbe in 2 sich im wesentlichen gleichbleibenden Formen vor, nämlich in der der Nassellarienzentralkapsel eigenen Porochora und der Astropyle der Phaeodarien. Bei allen pylomatischen Radiolarien, von welchen bisher außer dem Skelett auch der Weichkörper zur Beobachtung kam, ließ sich konstatieren, daß dem Pylom stets ein in demselben Radius liegendes Osculum der Zentralkapsel entsprach, es beschränken sich jedoch diese thatsächlich beobachteten Fälle eben nur auf die beiden Legionen der Nassellarien und Phaeodarien, während von den pylomatischen Spumellarien bis jetzt leider noch keine Formen mit erhaltener Zentralkapsel beobachtet werden konnten. Da die meisten der Letzteren ein Pylom besitzen, welches an typischer Ausbildung nichts zu wünschen übrig läßt und dem der Nassellarien und Phaeodarien kaum nachsteht, kann man auch mit einem gewissen Rechte auf eine entsprechende

1) Vergleiche hierüber den nächsten Abschnitt.

osculose Differenzierung der Zentralkapsel schließen und dürfte jedenfalls mit Erwartung den zukünftigen Forschungsresultaten über diesen Punkt entgegensehen. Ebensowenig wie wir über die Struktur der Zentralkapsel der pylomatischen Spumellarien unterrichtet sind, wissen wir über die Beschaffenheit ihres Weichkörpers. Einer radialen Verstärkung der Sarkode verdanken sowohl die Oscula der Zentralkapsel, als auch die Pylombildungen ihre Entstehung, solche Verstärkungen der Sarkodestränge sind jedoch in zweierlei Form bekannt, nämlich erstens als ein Büschel von langen Pseudopodien, wie z. B. bei Nassellarien, Phaeodarien, Collosphaeriden, Diploconiden und zweitens als einheitliches Sarkodeflagellum, wie es bei verschiedenen Discoideen beobachtet worden ist. Es würde sich also fragen, welche von diesen beiden Erscheinungsweisen der radialen Hypertrophie der Sarkode den pylomatischen Spumellarien zukäme, wie auch HAECKEL auf diese doppelte Mögkeit hinweist (Report, p. 572), indem er sagt: „This peculiar osculum ...... serves probably for the exit or outlet of a bunch of pseudopodia or a „sarcode-flagellum". Ich muß gestehen, daß mir ein Pseudopodienbündel für die Mehrzahl der Pylombildungen als das Plausibelste erscheint, wegen der definitiven Entscheidung leider auch dieser Frage müssen wir aber an die Forschungen der Zukunft appellieren. Diese Frage ist jedoch nicht gerade von prinzipieller Bedeutung, da nach den Untersuchungen HERTWIG's („Der Organismus der Radiolarien") auch diese sogenannte Sarkodegeißel als ein verschmolzenes Bündel von Pseudopodien aufzufassen ist. Vielleicht tritt aus den engeren Pylomöffnungen eine Sarkodegeißel, aus den weiteren ein Bündel von getrennten Pseudopodien hervor?

Bei Pyloiden scheinen osculose Differenzierungen der Zentralkapsel nicht vorzukommen.

Ein bemerkenswertes Verhalten zeigt die Phaeodarienordnung der Phaeosphaeria. Während hier, wie bei allen Phaeodarien, der Zentralkapsel eine typische Astropyle eigen ist, zeigt die Gitterschale des Skelettes bei homaxoner Ausbildung eine vollkommene Kugelform bei vollständigem Fehlen jeder Pylombildung. Es erklärt sich dies Verhalten jedenfalls dadurch, daß der das Osculum der Zentralkapsel bedingende radiale Sarkodestrom nicht kräftig genug ist, um auf die vom Zentrum weit abstehende Gitterschale einen Einfluß auszuüben. Während die Familien der Orosphaerida, Sagosphaerida und Aulosphaerida nur eine solche große kugelige Gitterschale besitzen, repräsentiert das Skelett der Cannosphaerida eine interessante Zwischenstufe zwischen homaxoner und

monaxon-pylomatischer Bauart. Mit den 3 eben genannten Familien der Phaeosphaeria stimmt es überein in einer äußeren großen, ein Pylom entbehrenden, homaxonen Kugelschale, es unterscheidet sich jedoch von denselben und nähert sich in dieser Beziehung mehr den typisch pylomatischen Phaeogromia durch den Besitz einer kleinen, die Zentralkapsel eng umschließenden, cyrtoïden, also pylomatischen Zentralschale, welche durch zahlreiche Radialbalken mit der großen äußeren Gitterkugel zusammenhängt. Ob das Fehlen eines Pyloms bei der Kugelschale der Phaeosphaeria primärer Natur ist oder erst sekundär durch Verlust der pylomatischen Ausbildung entstanden, was vielleicht der eben erwähnte Befund bei den Cannosphaerida vermuten ließe, ist bei dem heutigen Stande unserer Kenntnisse noch nicht endgültig zu entscheiden, zumal da diese Frage in engstem Zusammenhang steht mit dem höchst schwierigen Problem des phylogenetischen Zusammenhanges der einzelnen Phaeodarienfamilien, zu dessen Lösung noch ausgedehnte weitere Untersuchungen abgewartet werden müssen.

Um Mißverständnissen vorzubeugen, möchte ich noch Folgendes bemerken. In diesem und den folgenden Abschnitten ist wiederholt von Umbildungen von Skeletteilen oder des ganzen Skelettes resp. der ganzen Schale die Rede. So wurde z. B. in diesem Abschnitt auseinandergesetzt, daß man sich viele Pylome aus einem Polstachel der Stylosphaeriden resp. Prunoideen entstanden zu denken hat dadurch, daß sich der betreffende große Stachel in mehrere kleinere auflöst, welche auseinanderrückend das Pylom zwischen sich fassen, während der gegenüberliegende Polstachel ganz verschwindet. Oder im nächsten Abschnitt wird gezeigt, wie durch den Einfluß eines Pyloms die Schale zur Differenzierung ihrer promorphologischen Achsen hinneigt, indem z. B. eine homaxone Schale eine monaxone, amphitekte oder sogar eudipleure Grundform annehmen kann. Da die Skelette der Radiolarien größtenteils kieseliger Natur sind, so sind Formänderungen, welche auf Biegung oder Streckung der vollkommen starren Kieselbalken beruhen müßten, als vollkommen ausgeschlossen zu betrachten, dasselbe gilt natürlich auch für die Kalkschalen der Thalamophoren. Eine andere Möglichkeit der Formänderung der Rhizopodenskelette würde auf der Auflösung resp. Beseitigung gewisser Partieen der Skelettsubstanz beruhen. Es müßte der lebende Weichkörper die Fähigkeit haben, je nach Belieben an gewissen Stellen Skelettsubstanz aufzulösen, um sie vielleicht wieder an einer anderen Stelle auszuscheiden. Während dies bei dem gegen chemische Agentien (und solche kämen ja hier

nur in betracht, da eine mechanische Zerstörung von seiten des Weichkörpers natürlich vollkommen ausgeschlossen ist) äußerst widerstandsfähigen Kieselskelett der Radiolarien kaum möglich erscheint, wäre es vielleicht schon eher denkbar, daß derartige Prozesse sich an den Kalkschalen der Thalamophoren abspielten, vielleicht bewirkt durch lokale Säureproduktion des Weichkörpers, jedoch auch dies erscheint mir sehr unwahrscheinlich. Da wir aber über die mikrochemischen Vorgänge im lebenden Körper so gut wie noch nichts wissen, ist es noch nicht an der Zeit, in dieser Frage ein entscheidendes Urteil abzugeben und müssen wir die Lösung dieses für die vergleichende Anatomie und Entwickelungsgeschichte der Rhizopodenskelette im hohen Grade wichtige Probleme der Zukunft überlassen. Jedenfalls können wir aber, wenngleich die Existenz derartiger Vorgänge nicht außer allem Bereich der Möglichkeit liegt, mit ihnen nicht rechnen, so lange sie nicht durch genaue diesbezügliche Untersuchungen nachgewiesen sind. Die dritte Möglichkeit ist endlich die, daß die Formen des Skelettes eine Veränderung durch appositionelles Wachstum erfahren. Dieses ist der einzige Modus der Formwandelung des Skelettes, welcher keinem Zweifel unterliegt, denn es ist natürlich, daß durch den Ansatz von neuen Kammern resp. konzentrischen Schalen oder Ringen, durch die Neubildung von Radialanhängen der verschiedensten Art oder durch totale oder lokale Verdickung der Schale etc. zugleich die Formenverhältnisse eine Veränderung erfahren. Dies geschieht jedoch alles, ohne das bereits vorhandene Skelett nur im geringsten zu alterieren, wie es bei den beiden ersteren Eventualitäten nötig wäre. Auf der unveränderten Grundlage des bereits gebildeten Skelettes werden durch appositionelles Wachstum neue Teilchen angelagert, wodurch das Skelett in entsprechender Weise weiter wächst resp. sich weiterentwickelt. Nur auf diese Art und Weise ist an einer bereits vorhandenen Schale oder einem Skelett eine Veränderung während des individuellen Lebens des einzelnen Rhizopoden mit Sicherheit anzunehmen und alle übrigen nicht auf einfaches, auf Apposition beruhendes Wachstum zurückführbaren Entwicklungserscheinungen resp. Veränderungen hat man sich als während der phylogenetischen Entwicklung zustande gekommen zu denken [1]). Es ist dies meiner

1) Hiermit soll natürlich nicht gesagt sein, daß nicht auch viele durch appositionelles Wachstum erklärbare Formenverhältnisse während der phylogenetischen Entwicklung entstanden sein könnten.

Ansicht nach die bei dem heutigen Stande unserer Kenntnisse einzig berechtigte Auffassung, der entsprechend ich auch diesbezügliche Auseinandersetzungen in vorliegender Abhandlung verstanden wissen möchte, wo ich schlechthin von Entwicklung oder Umwandlung rede, ohne immer besonders die Worte „ontogenetisch" oder „phylogenetisch" hinzuzusetzen.

IV. Abschnitt.

Ueber den Einfluſs des Pyloms auf die Gestaltung der ganzen Schale bei Protisten im Allgemeinen.

Im vorhergehenden Abschnitt wurde verschiedene Male darauf hingewiesen, wie Pylome, die sowohl in den verschiedensten Gruppen des Systems unabhängig voneinander auftreten, als auch aus, scheinbar wenigstens, sehr differenten Bestandteilen des Radiolarienskelettes sich entwickeln können, einander doch oft so ähnlich werden, daß man zuweilen nicht imstande ist, denselben ihren wie gesagt oft in doppelter Beziehung verschiedenen Ursprung anzusehen. Dies erklärt sich einfach dadurch, daß alle dieselbe Entstehungsursache haben und demselben Zwecke dienen; alle Pylome verdanken einer einseitig verstärkten radialen Sarkodeströmung ihren Ursprung und dienen alle dazu, letzterer einen bequemen Ausweg aus dem Inneren der Schale nach außen zu verschaffen. In derselben Weise, wie die einzelnen Pylome die Tendenz einer gegenseitigen morphologischen Annäherung zeigen, bewirkt auch das Pylom eine Konvergenz im Habitus der ganzen Schale, welche bedingt wird durch mit der Pylombildung in Korrelation stehende, überall in gleicher oder doch in ähnlicher Weise auftretende Gebilde und Formdifferenzierungen der ganzen Schale. Diese mit der Ausbildung eines Pyloms in Korrelation stehenden morphologischen Befunde der Schale lassen sich jedoch nicht nur bei Radiolarien konstatieren, sondern finden sich in den verschiedensten Abteilungen der Rhizopoden überhaupt, woraus deutlich hervorgeht, daß wir es nicht etwa mit einer, einer einzelnen Protistengruppe charakteristischen Bildung zu thun haben, die zum Pylom in keiner näheren Beziehung steht, sondern mit Formverhältnissen, die, mit der Pylombildung in engstem Konnex stehend, nur bei

Formen auftreten, denen auch ein Pylom eigen ist, mit einem Worte als Korrelationserscheinungen der Pylombildung aufzufassen sind. Die verwandtschaftlichen Beziehungen der betreffenden Organismen spielen hierbei nicht die geringste Rolle, ja selbst ganz verschiedenes Schalenmaterial ordnet sich denselben Formbildungsgesetzen unter, und es ist z. B. in bezug auf diese Korrelationsbildungen ziemlich gleichgültig, ob wir es mit chitinigen, agglutinierenden, kalkschaligen oder kieselschaligen Rhizopoden zu thun haben. Es ist dies schon deshalb sehr interessant, als wir bei der Betrachtung dieser morphologischen Befunde uns nicht nur auf die Radiolarien zu beschränken brauchen, sondern einen Gesamtüberblick gewinnen über die diesbezüglichen Verhältnisse der schalentragenden Rhizopoden überhaupt.

Wie im vorigen Abschnitt schon kurz erwähnt wurde, üben nur die eigentlichen Pylome einen Einfluß auf den Habitus der ganzen Schale aus, während dies bei den Pyloiden nicht der Fall ist. Dies erscheint auch sehr natürlich, denn es ist einleuchtend, daß die in der Mehrzahl und oft gar nicht einmal in konstanter Anordnung vorhandenen Pyloide nicht im stande sind, auf die Form der Schale einen nachhaltigen Einfluß auszuüben, wie dies bei einem einheitlichen großen Pylom, durch welches der ganze radiäre Hauptstrom der Sarkode seinen Weg nimmt, der Fall ist. Ebenso wie hier durch die Konzentrierung der radialen Protoplasmabahnen auf einen Punkt der Weichkörper ein monaxones Gepräge erhält, bildet sich auch an dem Skelett eine Hauptachse aus, an deren einem Pole sich das Pylom befindet, und ebenso wie die radiär verlaufenden Pseudopodien nicht mehr allseitig gleichmäßig ausstrahlen, sondern in der Richtung einer Achse durch das Pylom ihren Weg nehmen, sind auch die radialen Anhänge des Skelettes nach der Hauptachse orientiert.

Was zunächst den ersteren Punkt anbetrifft, so ist die Tendenz der mit einem Pylom versehenen Rhizopodenschalen, sich in die Länge zu strecken, eine bekannte Erscheinung, die wir bei den Süßwasserrhizopoden, Thalamophoren und Radiolarien in größter Verbreitung antreffen. Durchweg scheint jedoch das Pylom eine Längsstreckung der Schale bei den Radiolarien nicht zu bewirken und merkwürdigerweise finden sich oft runde und langgestreckte Formen in nahe verwandten Gruppen nebeneinander, wobei nur an die Sphaeropyliden, Ommatodisciden, Spongodisciden und Circoporiden resp. Tuscaroriden erinnert zu werden braucht, auch die Cannosphaeriden und Castanelliden sind in bezug auf ihre Grund-

form durch das Pylom nicht beeinflußt. Diese Ausnahmen kann man sich entweder erklären durch die ungenügende Stärke der das Pylom durchströmenden Sarkode, oder dadurch, daß bei den betreffenden Formen das Pylom während der phylogenetischen Entwicklung sich erst relativ spät entwickelt hatte, so daß ihm die zur Umformung der ganzen Schale nötige Zeit noch fehlte. Alles in allem genommen sind dies jedoch nur Ausnahmen und die Regel ist die Ausbildung einer verlängerten, durch das Pylom gehenden Hauptachse, wodurch sich die ursprünglich homaxonen Formen in monaxone, die scheibenförmigen in amphitekte verwandeln; bei Schalen mit primären Pylomen ist natürlich eine solche Umwandlung nicht erst nötig, da sich hier ebenso wie das Pylom so auch eine entsprechende Grundform gleich von der ersten phylogenetischen Entstehung des Skelettes an mit diesem zugleich ausbildet.

Hand in Hand mit der Streckung der Schale in der Richtung einer Hauptachse geht, wie schon bemerkt, auch eine entsprechende Orientierung der radialen Skelettelemente. Wenn solche radialen Skeletteile überhaupt vorhanden sind, so geben sie in diesem Falle ihre ursprünglich streng radiäre Richtung auf, um sich in ihrem Verlaufe mehr der Richtung der Hauptachse anzuschließen. Wenn man sich eine derartige Form durch eine zur Hauptachse senkrechte Ebene halbiert denkt, so sind die Stachelspitzen jeder Hälfte nach dem zu derselben gehörigen Pole der Hauptachse gerichtet, die der oralen Hälfte nach dem oralen und die der aboralen nach dem aboralen Pole, so daß die Stacheln beider Schalenhälften eine divergente Richtung zeigen. Meist fallen aber die Stacheln der mittleren Schalenpartie ganz weg und nur an den beiden Polen der Schale kommen solche zur Entwicklung.

Am oralen Pole treffen wir die schon im vorigen Abschnitt mehrfach erwähnte Randbestachelung des Pyloms an, statt der langen Stacheln findet sich auch häufig nur ein gezackter Rand, derartige Bildungen kommen z. B. vor bei Difflugia, Euglypha, Circoporiden, Tuscaroriden, Medusettiden, Castanelliden und in größter Verbreitung bei den Nassellarien, außerdem vergl. Fig. 14, 15, 19, 23, 25, 26, 27, 32, 34, 36, 37, 39, 40, 47, 48, 51—57, 60, 61, 62, 65, 66, 67, 69, 70, 75, 76, 85, 86, 91, 92, 97—100, 103. Außer den Stacheln resp. Zacken kommen als Randbekleidung des Pyloms noch die verschiedenartigst gestalteten Radialanhänge vor, die alle zu beschreiben hier zu weit führen würde, hauptsächlich in Betracht kommen hierbei die Radiolarien-

abteilungen der Nassellarien, Challengeriden und Medusettiden (vergl. HAECKEL's Report, außerdem Fig. 38, 93). Statt von vielen einzelnen Radialstacheln wird das Pylom in vielen Fällen von einer einheitlichen Röhre umgeben, wie dies, abgesehen von den Pyloiden vieler Collosphaeriden, Prunoideen und Sphaerocapsiden (Fig. 3, 4, 5, 6, 8, 9, 46), besonders bei den Pylomen von Mikrogromia, Amphitrema, Lagena, vielen polythalamen Thalamophoren, einigen Nassellarien und vielen Challengeriden und Tuscaroriden der Fall ist (Fig. 82). Manche dieser Röhren sind jedenfalls durch Verschmelzung der Randstacheln entstanden und lassen sich auch verschiedene derartige Zwischenstadien konstatieren (Fig. 35), andere aus einer radialen Erhebung der Schalenwand. Die Länge der Röhren ist sehr verschieden und giebt es alle Stadien zwischen einem niedrigen, das Pylom umgebenden Ringwall und langen Tuben. Eine eigentümliche Erscheinung, deren Grund bei dem heutigen Stande unserer Kenntnisse noch vollkommen unklar ist, ist die Einstülpung der Pylomröhre in das Innere der Schale, wie es bei den verschiedenartigsten Rhizopoden in ganz analoger Weise wiederkehrt. So haben eine solche Einstülpung in mehr oder weniger typischer Form aufzuweisen die Pyloide einiger Collosphaeriden (Fig. 7) und die Pylome von Difflugia, Ditrema, Lagena (Entosolenia), Challengeria (Subfamilie d. Pharyngellida).

Der aborale Pol der Rhizopodenschalen ist ebenfalls in den meisten Fällen durch Bestachelung ausgezeichnet. Entweder ist nur ein Apikalstachel vorhanden oder ein ganzes Stachelbüschel, dessen Stacheln von den Seiten nach der Mitte der Gruppe zu an Größe zunehmen, oder es sind endlig eine geringe Anzahl (2—4) von Stacheln symmetrisch am aboralen Schalenpole verteilt. Derartigen Befunden begegnen wir z. B. bei Quadrula, Difflugia (Fig. 88), Euglypha, Campascus, Lagena und bei denjenigen polythalamen Thalamophoren, deren Kammerreihe in derselben Richtung fortwächst und deren Pylom infolgedessen zur ganzen Schale immer gleich orientiert bleibt. Bei den Thalamophoren, deren Kammerreihe in einer Spirallinie fortwächst, wandert das Pylom während des Wachstums der Schale um dieselbe herum und mit seiner Lageveränderung geht dann natürlich auch eine stetige Verschiebung des aboralen Poles Hand in Hand. Infolgedessen ist auch kein Teil der Schale vorhanden, den man dauernd als aboralen Pol bezeichnen und an dem sich die charakteristischen Apikalstacheln bilden könnten. Um so bemerkenswerter sind deshalb einige Ausnahmen, wie z. B. die auf Figur 85 abgebildete

Anomalina polymorpha, COSTA. Es besitzt diese Thalamophore trotz ihres spiralen Wachstums doch eine fast typisch einachsige Form, an deren einem Pole sich das etwas röhrenförmig ausgezogene Pylom und dem gegenüberliegenden aboralen Pol ein typischer Apikalhöcker befindet. Es läßt sich diese Erscheinung nur dadurch erklären, das die Schale erst nach beendigtem Wachstum diesen charakteristischen Habitus angenommen hat und ist zugleich ein Zeugnis für die Beharrlichkeit, mit der die betreffenden Bildungsgesetze sich selbst unter diesen erschwerenden Umständen geltend zu machen suchen. Bei Radiolarien kommen Apikalstacheln in weitester Verbreitung vor bei Nassellarien [1]), dann bei pylomatischen Spumellarien, Challengeriden, Medusettiden und Tuscaroriden (Fig. 51, 57, 75, 77, 80—83, 93, 101; vergl. auch Fig. 10). Die aboralen Stacheln der letzteren zeigen noch eine andere bemerkenswerte Eigentümlichkeit. Nach den Untersuchungen von HAECKEL scheinen nämlich die hohlen Stacheln des aboralen Schalenpoles der Tuscaroriden in Zahl und Anordnung den Parapylen der Zentralkapsel zu entsprechen, so daß in demselben Radius einer Parapyle oder Nebenöffnung (im Gegensatz zur Hauptöffnung oder Astropyle am oralen Pole) der Zentralkapsel auch ein Apikalstachel der Schale zu liegen kommt. HAECKEL sagt hierüber (Report, Seite 1705): „The number of the parapylae or accessory openings seems to be variable in this family, and to correspond to the number of radial feet which arise from the shell. Therefore Tuscaridium possesses only one parapyle, which is diametrically opposite to the mouth, lies on the aboral pole of the capsule, and is directed towards the single caudal tube. Tuscarora seems to have three parapylae, corresponding to the three radial feet, and Tuscarusa probably has four parapylae,

1) Der Apikalstachel und die meist in der Dreizahl oder einem Multiplum von 3 vorhandenen adoralen Stacheln der Nassellarien, speziell der Cyrtoideen sind jedoch nicht in erster Linie durch Korrelation zum Pylom entstandene analoge Bildungen, sondern innerhalb aller Nassellarien homolog und auf die ursprünglichste phylogenetische Anlage des Nassellarienskelettes zurückzuführen. Obgleich sie jedoch unabhängig von den mit dem Pylom in Korrelation stehenden Bildungsgesetzen entstanden sind, wird ihre Erhaltung und Fortbildung doch von den letzteren unterstützt, wodurch sich ihr konstantes Auftreten wohl zum größten Teil erklärt. Ich werde auf diesen wichtigen Punkt demnächst in diesen „Studien" bei Gelegenheit der Besprechung der Phylogenie der Nassellarien noch ausführlich zurückzukommen haben.

directed towards its four radial feet; in the latter genus, however, the capsule was not observed (the shell being empty); and in the other Tuscarorida this important and difficult anatomical question must be solved by further accurate examinations." — Dasselbe Verhältnis zwischen den Parapylen und den Radialstacheln mit basalem Porenkranz besteht auch bei den Circoporiden, was um so plausibler erscheint, als die Tuscaroriden, wie schon im vorigen Abschnitt bemerkt wurde (vergl. übrigens das dort gesagte), phylogenetisch mit großer Wahrscheinlichkeit von den Circoporiden abzuleiten sind. Der Hauptunterschied zwischen beiden Familien ist besonders der, daß die Grundform der Tuscaroridenschale eine typisch monaxone ist, während das Pylom der Circoporiden noch keinen nachhaltigen Einfluß auf die Form der noch rein monaxonen resp. polyaxonen Schale ausgeübt hat, so daß natürlich auch die Radialstacheln noch gleichmäßig, ohne eine Spur von polarer Anordnung zu zeigen, auf der Schalenoberfläche verteilt sind. Haeckel sagt über die Beziehung der Parapylen der Zentralkapsel zu den hohlen Radialstacheln mit basalem Porenkranz (Report, S. 1693) der Circoporiden folgendes: „The number of the parapylae, or the accessory openings of the capsule; which in the majority of Phaeodaria is two, seems to be usually increased in the Circoporida. In Circoporus the capsule seems to possess six and in Circospathis nine secondary openings, and therefore there is some probability that each circle of pores on the base of a radial spine corresponds to a secondary opening of the capsule." — Dies Verhältnis zwischen Parapylen und Radial- resp. Apikalstacheln zeigt uns wieder recht deutlich den engen Zusammenhang zwischen Ausströmungsöffnungen für die Sarkode und stark ausgbildeten radialen Skeletteilen; beide haben in einer lokalen Verstärkung der radialen Protoplasmabahnen ihre gemeinsame Bildungsursache. So sahen wir im vorigen Abschnitt, wie während der phylogenetischen Entwicklung aus einem starken Polstachel oder Stachelbüschel ein Pylom entstehen kann. Während wir jedoch dort beide verwandten Bildungen zeitlich aufeinander folgen sahen, haben wir sie hier bei demselben Individuum räumlich nebeneinander, indem jede Parapyle (welche für die Zentralkapsel dasselbe bedeutet, wie die Pyloide für das Skelett) in demselben Radius mit einem Radialstachel mit basalem Porenkranz (einer pylogenen Bildung) liegt.

Unter diesen Umständen erscheint es auch leicht verständlich, daß sich an dem so häufig durch Stachelbildungen ausge-

zeichneten aboralen Pole der pylomatischen Protistenschalen ebenfalls ein Pylom ausbildet, ebenso wie auf den Polstachel oder ein Stachelbüschel vieler Spumellarien während der phylogenetischen Entwicklung ein Pylom folgen kann. Solche Schalen, bei denen sich an jedem der beiden Pole der Hauptachse ein Pylom befindet, treffen wir bei Diplophrys, Ditrema, Amphitrema, Lagena, Stomatosphaera, Stomatodiscus (Fig. 30, 63, 76); auch kann man Diploconus (Fig. 47) mit seinem monaxonen Skelett, aus dessen beiden Polen die Sarkode hauptsächlich ausstrahlt, hierher rechnen. Die Kugelschalen der Collosphaeriden sind, wie im vorigen Abschnitt gezeigt wurde, in der Regel nur mit aus erweiterten Schalenporen entstandenen Pyloiden von variabler Zahl und Anordnung bedeckt. Eine Ausnahme hiervon macht aber die von mir aufgefundene Coronosphaera amphistoma (Fig. 86), deren Schale bei einer typisch monaxonen Grundform konstant nur 2 Pylombildungen aufweist, welche sich an den beiden Polen der Hauptachse gegenüberstehen. Daß es sich hier nicht um einen Zufall handelt, geht daraus hervor, daß ich dieselbe Form sehr häufig in den Bodenproben der verschiedensten zentralpazifischen Beobachtungsstationen des Challenger fand. Bei der konstanten Lage der Pylombildungen dieser Form an den beiden Polen einer Achse und ihrem Einfluß auf die Gestalt der Schale sind sie nicht mehr, wie es bei den entsprechenden Bildungen der bisher bekannten Collosphaeriden der Fall war, Pyloide, sondern echte Pylome, und reihen sich so den doppelten Pylomen der eben genannten Rhizopodenschalen an. Da es Formen mit 2 Pylomen giebt, welche mit einmündigen Arten im übrigen vollkommen übereinstimmen, liegt der Gedanke nahe, daß das zweite Pylom bei derselben Art bald vorhanden sein kann, bald nicht. Der monaxonen Form der Schale entsprechend ist natürlich auch die Stromrichtung des Weichkörpers eine einachsige und, wie sich schon aus der oft stark entwickelten apikalen Bestachelung schließen läßt, nächst dem oralen Pole am aboralen am stärksten. Die Disposition ist also bereits vorhanden und es würde nur eine individuell noch etwas stärkere Sarkodeströmung am aboralen Pole nötig sein, um auch an dieser Stelle als Durchtrittsstelle für dieselbe ein Pylom zu erzeugen. Es lassen sich über diesen Punkt jedoch bis jetzt nur Vermutungen aussprechen, während für seine definitive Aufklärung noch weitere Beobachtungsresultate abzuwarten sind. Diesbezügliches über das 2. Pylom von Stomatodiscus osculatus siehe übrigens im nächsten Abschnitt, hier möge es genügen, einige Auseinandersetzungen Bütschli's über diesen Punkt anzu-

führen (Bronn's Klassen und Ordnungen des Tierreichs, 1. Band, Protozoa, Seite 36 u. 37): „Die einachsigen und gleichpoligen beschalten Rhizopoden werden nach dem Vorschlage von Hertwig und Lesser gewöhnlich als besondere Gruppe der Amphistomata unter den Imperforaten aufgeführt. Es sind dies Süßwasserformen mit ellipsoidischer, mehr oder weniger langgestreckter, entweder chitinöser (Diplophrys und Ditrema) oder sandiger Schale (Amphitrema), welche an beiden Polen mit ziemlich weiter Mündung zum Austritt der Pseudopodien versehen ist. So natürlich eine solche Gruppe der doppelmündigen Formen unter den übrigen einkammerigen Imperforaten auch auf den ersten Blick erscheint, so kann doch wohl, wegen des interessanten Verhaltens gewisser einkammeriger und einmündiger perforierter Formen der Gattung Lagena, die scharfe Scheidung solcher doppelmündiger Formen von den einmündigen kaum streng durchgeführt werden. Bei dieser kalkschaligen, sehr artenreichen Gattung treten nämlich neben typischen einmündigen Formen auch eine kleine Anzahl doppelmündiger auf, die in ihren Gestaltsverhältnissen sich innigst an die erwähnten Amphistomen anschließen, in ihrem übrigen Verhalten jedoch so nahe mit den einmündigen Lagenen übereinstimmen, daß eine generische Trennung von diesen nicht wohl gerechtfertigt erscheint (vergl. Lagena distoma P. u. J., Lyelli Segu. und gracillima Segu.)." Weiter sagt Bütschli (loc. cit. pag. 40), nachdem vorher von sandschaligen, monothalamen, marinen Rhizopoden, wie Pelosina, Webbina, Haliphysema, Hyperammina, Jacullela, Botellina, Rhabdopleura etc. die Rede war: „Bei einer Reihe sich hier anschließender Sandschalen tritt eine Mündungsbildung auch am anderen Pol der Schale auf, so daß dieselben hierdurch den amphistomen Charakter annehmen, womit jedoch ebensowenig wie bei Lagena eine schärfere Abgrenzung derselben von den monostomen Formen angezeigt scheint. Die Gestalt wird in diesem Falle bei langgestreckten Schalen etwa eine spindelförmige mit etwas verdickter Mittelregion (Marsipella) oder die beiden Mündungen liegen auf röhrenförmigen Verlängerungen einer mehr kugeligen oder scheibenförmigen Schale (Rhabdammina zum Teil)."

Nach einer Beobachtung von Carter treten aus dem Hinterende der Schale der Difflugien zwischen den Schalenpartikeln Pseudopodien aus, dasselbe berichtet Entz von seiner Pleurophrys Helix und der Pleurophrys sphaerica (Bütschli, l. c. p. 31). Diese Beobachtungen sind von hohem Interesse, da sie uns die Tendenz der radialen Pseudo-

podien, nächst dem oralen auch am aboralen Pole aufzutreten, ad oculos demonstrieren, außerdem können wir dieses Verhalten als eine embryonale Vorstufe der im vorstehenden besprochenen Bildungen, durch welche sich der apikale Schalenpol der pylomatischen Rhizopoden auszuzeichnen pflegt, ansprechen. Denken wir uns die individuelle Entwicklung dieser Formen weiter fortschreiten, so kann entweder innerhalb jedes dieser aboralen Pseudopodien ein Apikalstachel ausgeschieden werden oder alle Pseudopodien des aboralen Poles, konfluieren um durch ein zweites, dem ersten entgegengesetztes Pylom auszutreten. Außerdem erscheint es mir sehr wahrscheinlich, daß bei vielen pylomatischen Rhizopoden, deren Schalen keine morphologischen Auszeichnungen am apikalen Pole aufzuweisen haben, doch der Weichkörper solche Pseudopodien nächst dem oralen Pole am aboralen am meisten aussendet. Dieselben brauchen ja trotzdem nicht immer geeignet zu sein, auf die Formation des Skelettes einen nachhaltigen Einfluß auszuüben, wozu vielleicht ohnehin in sehr vielen Fällen eine längere phylogenetische Entwicklungszeit nötig ist.

Wenn wir das Vorstehende kurz zusammenfassen, so können wir sagen, daß sich der Einfluß eines Pyloms auf die Rhizopodenschale in der Weise äußert, daß sich die letztere in der Richtung einer Hauptachse in die Länge streckt. In der Richtung dieser Hauptachse orientieren sich dann auch, sehr wenige Ausnahmen abgerechnet, die radialen Skeletteile, wenn anders solche überhaupt vorhanden sind; in der Regel findet sogar eine Beschränkung derselben auf die beiden Pole der Hauptachse statt, auf den oralen als Randbekleidung des Pyloms und auf den aboralen als mehr oder weniger regelmäßig angeordnete Apikalstacheln, außerdem kann sich in einigen Fällen auch an dem ursprünglich aboralen Schalenpole ein Pylom ausbilden. Alle diese Differenzierungserscheinungen der Schale, die Bildung des Pyloms selber mit eingerechnet, haben ihren Grund in der monaxonen Umgestaltung des Weichkörpers, für die monaxone Gesamtform der Schale ist dies einleuchtend, und da mit der einachsigen Stromrichtung der Sarkode auch deren formative Thätigkeit lokalisiert ist, ist auch die Bevorzugung beider Schalenpole in bezug auf morphologische Differenzierungen und Neubildungen leicht verständlich. Im Gegensatze hierzu sind die mittleren Regionen der Schale morphologisch indifferent und meist ohne oder doch nur mit schwächer ausgebildeten Radialanhängen versehen. Hieraus erklärt sich auch z. B. der meist glatte Rand der pylomatischen Discoideen, z. B. der Ommato-

discida (vergl. das über diese Subfamilie im systematischen Abschnitt gesagte) und das Vorhandensein von 3 Stacheln am aboralen Pol bei Ommatodiscus amphiacanthus nov. spec. (Fig. 57) etc. Auch der äußere glatte Abschluß vieler Spongodiscidenskelette gehört hierher, es wird übrigens speziell diese Erscheinung im nächsten Kapitel noch ausführlicher erörtert werden.

Verschiedene Rhizopodenschalen bleiben bei der Ausbildung einer oralen-aboralen Hauptachse nicht stehen, sondern es tritt bei denselben auch eine Differenzierung der Kreuzachsen ein, welche sich in einer Abplattung der Schale parallel zur Hauptachse dokumentiert. Es entsteht hierdurch eine amphitekte Pyramide mit einer langen und einer kurzen Kreuzachse, dieselbe Grundform, welche z. B. dem Körper der Ctenophoren eigen ist. Diese seitliche Abplattung kommt in allen Übergängen von den ersten undeutlichen Anfängen bis zu typischer Ausbildung vor, wodurch der Querschnitt der Schale eine elliptische Form annimmt. Zuweilen sind diese linsenförmig plattgedrückten Schalen an ihrem Rande sogar mit einem scharfen Kiel versehen. Sind Apikal- oder sonstige Stacheln der Schale vorhanden, so sind dieselben meist auch in der Richtung der langen Kreuzachse am stärksten ausgebildet oder sogar nur auf den Rand der scheibenförmigen Schale beschränkt, ebenso wie, wie wir im vorhergehenden sahen, sich die Stacheln zunächst nach der Hauptachse orientieren; die Radialstacheln scheinen demnach überhaupt die Tendenz zu haben, in ihrer Anordnung und Richtung der Differenzierung der Schalenachsen zu folgen. Außerdem ist oft das Pylom in der Richtung der langen Kreuzachse länglich ausgezogen. Eine solche seitliche Abplattung der Schale von mehr oder minder typischer Form kommt vor bei Hyalosphenia, Quadrula, Difflugia, Euglypha, Gromia, Lagena (Fissurina Rss.), Lingulina, sehr verbreitet ist die seitliche Abplattung bei den polythalamen Thalamophoren, bei den spiral aufgerollten senkrecht zur Achse der Spirale, wahrscheinlich wohl überhaupt durch die Aufrollung der Kammerreihe in einer Windungsrichtung bedingt. Unter den Radiolarien sind endlich die Angehörigen der Phäodarienfamilie der Challengerida fast durchgehends seitlich komprimiert. Hierher gehören aber natürlich nicht diejenigen Radiolarienschalen, welche schon vor der Ausbildung eines Pyloms linsenförmig plattgedrückt waren, wie die pylomatischen Discoideen und Larcoideen, denn hier ist die betreffende Achsendifferenzierung unabhängig von der Pylombildung und vor dieser eingetreten, und das Pylom hat sich

erst nachträglich am Rande der linsenförmigen resp. lentelliptischen Schale ausgebildet. Eine interessante hierher gehörige Form ist jedoch Prunopyle petrosa nov. spec. (Fig. 38), bei welcher die Abplattung jedenfalls erst sekundär, infolge der Pylombildung entstanden und die nicht etwa als pylomatische Cenodiscide oder gar Larcoidee zu betrachten ist,. gegen welche Ableitung ihr ganzer Habitus sprechen würde, der sich im Gegenteil eng an einige der von mir beschriebenen Spezies der Gattung Prunopyle anschließt. Analog den eben besprochenen Befunden bei Protisten s c h a l e n ist die Differenzierung der Kreuzachsen der Z e n t r a l k a p s e l vieler Phäodarien, welche sich in dem Vorhandensein von 2 Parapylen oder Nebenöffnungen (im Gegensatz zu der Hauptöffnung, dem Osculum oder der Astropyle), welche am aboralen Pole einander gegenüberstehen, ausspricht. Eine der beiden Kreuzachsen würde in der Ebene der beiden Parapylen, die andere zu dieser senkrecht verlaufen. 2 solche aborale Parapylen sind nach den bisherigen Untersuchungen HAECKEL's besonders charakteristisch für die Zentralkapsel der Cannorhaphida, Aulacanthida, Orosphaerida, Sagosphaerida, Aulosphaerida, Concharida, Coelodendrida, Coelographida, also für die Mehrzahl der Phäodarienfamilien; ob hiermit eine thatsächliche seitliche Kompression der Zentralkapsel Hand in Hand geht, ist noch nicht sicher erwiesen und bedarf noch einer näheren Untersuchung.

Eine weitere Differenzierung der pylomatischen Rhizopodenschalen besteht in der bilateralen (eudipleuren) Ausbildung ihrer Grundform. Die erste Andeutung dieser Formwandlung besteht in der einseitigen Verlagerung des auf der Unterseite der Schale befindlichen Pyloms nach vorne oder in einer Biegung des das Pylom tragenden röhrenförmigen Halses, wozu sich dann eine mehr oder weniger typische bilaterale Ausbildung der Gesamtform der Schale hinzugesellt. Derartigen Befunden begegnen wir bei Difflugia (Fig. 89), Trinema, Cyphoderia, Campascus (Fig. 87), Lieberkühnia, Mikrogromia, Platoum, Plectophrys, Lecythium, auch kann die Biegung der Kammerreihe einiger polythalamer Perforaten, z. B. von Dentalina, in diesem Sinne aufgefaßt werden. Neben vielen der eben namhaft gemachten Süßwasserrhizopoden mit mehr oder weniger ausgeprägter bilateraler Symmetrie kommen Formen vor, die mit diesen vollkommen übereinstimmen, und sich von denselben nur durch den Mangel der Symmetrie, d. h. durch eine rein monaxone oder amphitekte Grundform unterscheiden. Es liegt daher die Frage nahe, ob in diesen Fällen die bilaterale Schalen-

form als konstantes Merkmal zu betrachten ist. BÜTSCHLI sagt hierüber (loc. cit. pag. 38) nach einigen Vorbemerkungen: „Es geht aus dieser Betrachtung hervor, daß eine Hinneigung zu bilateraler Schalengestaltung unter den erwähnten Süßwasserformen sehr verbreitet ist, und ihr gelegentliches Auftreten nicht einmal immer zur Charakteristik bestimmter Genera geeignet erscheint." Es scheint denn auch in der That bei vielen Süßwasserrhizopoden die bilaterale Schalenformation noch im Flusse und vielleicht von den jeweiligen Lebensumständen, in denen das Individuum sich befindet, abhängig zu sein, während sie bei anderen Formen schon konstant geworden und zur ausschließlichen Herrschaft gelangt ist. Als eine solche individuelle (sog. „pathologische)" Eigentümlichkeit bin ich geneigt, auch die bilaterale Form von Phacopyle stomatopora nov. spec. (Fig. 10) aufzufassen, und ebenso eine in verschiedener Ausbildung einigemale gefundene Varietät der Gattung Spongopyle, wahrscheinlich der Spezies Spongopyle circularis nov. spec. (Fig. 64) zugehörig mit ebenfalls deutlich eudipleurer Schalenform (Fig. 91)[1]).

Ebenso wie die im vorhergehenden besprochenen Formdifferenzierungen der Schale, so wird auch die eudipleure Gestalt schärfer hervorgehoben, zum Teil sogar bedingt durch die Orientierung der am oralen resp. aboralen Pole befindlichen radialen Anhänge. Wo solche vorhanden sind, ist dies bereits bei den eben erwähnten Süßwasserrhizopoden der Fall, in der typischsten Ausbildung begegnen wir jedoch solchen Befunden bei einer sehr großen Zahl von Challengeriden (Fig. 93), bei vielen Medusettiden und auch bei Tuscaroriden kommt derartiges, wenn auch nur vereinzelt und andeutungsweise vor. Bei den Tuscaroriden beruht dies auf der Bildung des Pyloms, von der HAECKEL (Report, pag. 1705, Plate 100, fig. 8) sagt: „the mouth is here prolonged into a cylindrical, spinulate proboscis, which is curved towards the ventral face of the shell"[2]).

1) Zugleich möge hier noch eine andere Varietät, jedenfalls derselben Spezies, Erwähnung finden, bei welcher der orale Schalenpol abgestutzt und die Hauptachse der Schale etwas verkürzt ist (Fig. 92). Beide Varietäten besitzen ein sehr großes Pylom.

2) Auch eine große Zahl von Cyrtoideen besitzt eine mehr oder weniger ausgeprägte eudipleure Grundform, welche sich in der Richtung und Verteilung von Apikalstachel und basalem Tripodium kundgiebt. Es ist dies jedoch kein sekundäres Resultat der Anpassung, sondern wie die Existenz von Apikalstachel und basalem Tripo-

Unmittelbar aus der bilateralen Symmetrie der Schale hat sich deren spirale Aufrollung entwickelt, es schließt dieser spirale Bau der Schale eng an die einfach eudipleure Grundform an und ist eigentlich nur als die durch Wachstum herbeigeführte Fortführung dieses Formtypus aufzufassen. Während bei den Radiolarienskeletten die spiralige Entwicklung ursprünglich wenigstens vollkommen vermißt wird [1]), kommt sie, wie bekannt, in desto größerer Verbreitung den Thalamophoren zu. Am lehrreichsten für das Verständnis der Entstehung des spiralen Schalenbaues sind die Difflugien, indem sich hier die Umwandlung der Grundform der Schale an den verschiedensten Übergängen in derselben Gattung beobachten läßt. Viele Difflugien, wie z. B. die auf Fig. 88 dargestellte Difflugia corona, sind noch typisch monaxon gebaut, das Pylom liegt auf der Mitte der Unterseite der Schale und die

---

dium überhaupt, auf die allererste phylogenetische Anlage des Nassellarienskelettes zurückzuführen und von dieser durch Vererbung auf die betreffenden höher entwickelten Skelette übertragen zu denken. Damit ist natürlich nicht ausgeschlossen, daß die Erhaltung dieser vererbten Bildungen durch Anpassung noch nachträglich unterstützt werden kann, während andererseits das Fehlen derselben Befunde bei anderen Formen wahrscheinlich durch die Ungunst der äußeren Bedingungen zu erklären ist (vgl. die Anm. auf S. 169). Es möge genügen, dies hier nur kurz angedeutet zu haben, während eine ausführliche Erörterung dieser Verhältnisse im nächsten Hefte dieser „Studien" demnächst folgen wird.

1) Ein anscheinend typisch spirales Wachstum der Schale kommt zwar auch bei Radiolarien in ziemlicher Verbreitung bei Discoideen und Larcoideen vor. Es haben jedoch diese Befunde bei genauerer Betrachtung mit dem typischen spiralen Bau, wie wir ihm bei Thalamophorenschalen begegnen, nichts zu thun, sondern sind eine Erscheinung vollkommen sekundärer Natur, welche unabhängig bei den verschiedensten Formen auftreten kann und auf einer Verschiebung der ursprünglich konzentrisch gelagerten Schalenteile, besonders unter dem Einfluss der Radialbalken, beruht. Ich werde auf diesen Gegenstand in diesen „Studien" an passender Stelle noch näher einzugehen haben, hier möge diese Andeutung genügen und die Anführung folgender Stelle aus Haeckel's Report (pag. 403): „Richard Hertwig, 1879, in his excellent work „Der Organismus der Radiolarien" (p. 57—68), gave a detailed description of the skeleton of some Discoidea, and arrived at the conclusion that this whole family had a spirally constructed skeleton, and should therefore be derived from the Lithelida. But this conclusion is certainly erroneous, and in my opinion the whole explanation of that spiral structure, and of its signification in the development of the Discoidea, is the weakest part of that otherwise very important work.

orale-aborale Hauptachse verbindet es mit dem senkrecht darüberliegenden apikalen Pole. Von solchen Formen aus läßt sich nun eine kontinuierliche Reihe von Übergängen verfolgen, bei denen allmählich eine exzentrische Verlagerung des Pyloms nach vorne erfolgt, der sich dann die ganze Schale anschließt und eine bilateral-symmetrische Grundform annimmt (Fig. 89). Von solchen eudipleuren Difflugien ist dann nur noch ein Schritt zur Difflugia spiralis (Fig. 90) mit bereits deutlich, wenn auch noch nicht stark entwickeltem, spiralem Schalenbau. Diese Difflugia spiralis und die Pleurophrys Helix ENTZ sind die einzigen spiralig gebauten Süßwasserrhizopoden, deren Spirale jedoch nie $^1/_2$ Umgang überschreitet. Es sind die ersten Anfänge des spiraligen Schalenwachstums, welche als wichtige Übergangsformen uns den Weg zeigen von den eudipleuren Schalen zu den typisch spiral gewundenen der marinen Thalamophoren mit oft außerordentlich großer Zahl der Windungen, wie sie bekanntermaßen sowohl bei monothalamen und polythalamen, als auch bei perforaten, imperforaten und agglutinierenden Thalamophoren in größter Verbreitung vorkommen. Jedoch auch die marinen spiralen Thalamophoren legen ihre Schale in einer Form an, welche der der Difflugia spiralis vollkommen entspricht und als dem biogenetischen Grundgesetz folgende Wiederholung einer derartigen Stammform zu betrachten ist. Es ist dies die kugelige Embryonalkammer, von der aus sich dann während des Weiterwachstums der Schale die spiraligen Schalenumgänge resp. Kammerreihen anlegen. Auch BÜTSCHLI vertritt diese Auffassung, indem er sagt (loc. cit. pag. 45): „Ihre innigen Beziehungen und ihre ursprüngliche Herleitung von monothalamen Formen verraten jedoch die polythalamen, spiralig aufgerollten Schalenbildungen auch noch dadurch, daß sie ihr Wachstum stets mit einer kugeligen oder eiförmigen Anfangskammer beginnen, die monaxon gebildet ist und durch diesen Bau verräth, daß auch diese Formen sich ursprünglich von gestreckten, monaxonen Gestalten herleiten, die erst späterhin zu einem spiralen Wachstum übergingen."

Wir haben im vorstehenden die Formwandlungen, welche die Rhizopodenschale auf Anlaß der Pylombildung direkt oder indirekt erfährt, kennen gelernt und es bleibt uns jetzt noch die Betrachtung einer anderen Reihe von Erscheinungen übrig. Nicht nur die Form der Schale, sondern auch die Art und Weise ihres Wachstums wird von der Pylombildung, wenn auch nicht ausschließlich, so doch in hohem Grade bestimmt. Nach dem Vorhandensein oder Fehlen eines

während des größten Teiles des individuellen Lebens andauernden Weiterwachsens kann man die Rhizopodenschalen zunächst in 2 große Gruppen trennen. Während die Entwicklung des Skelettes der einen Gruppe mit der Bildung einer einfachen Schale seinen Abschluß erreicht, wächst dasjenige der übrigen Rhizopoden weiter, indem es an die erste einfache Schale entweder konzentrisch neue Schalen oder Schalenteile, oder terminal nach einer Richtung hin successive eine Reihe von neuen Kammern ansetzt[1]).

I. Die Rhizopodenschalen ohne sekundäres Wachstum kann man wieder in 2 Unterabteiluugen scheiden, erstens in solche, von denen die Pseudopodien allerseits gleichmäßig ausstrahlen und die infolgedessen meist auch gleichmäßig perforiert sind und solche, bei denen alle oder der Hauptteil der radialen Protoplasmaströme aus einer (oder 2 polständigen) Hauptöffnung, dem Pylom, austritt.

---

1) Nach neueren Untersuchungen von M. Verworn (Biologische Protisten-Studien, Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. XLVI, pag. 455—470 u. Tafel XXXII) wird dieser Unterschied auch vom physiologischen Standpunkte aus gemacht. Der Verf. machte die Beobachtung, daß künstliche Verletzungen der Schale eines einkammerigen Rhizopoden, der Difflugia urceolata Carter von seiten des Weichkörpers, dessen Lebensfunktionen übrigens durch derartige Eingriffe nicht gestört zu werden scheinen, keine Ausbesserung erfahren, mag nun ein kleiner Teil der Schale herausgenommen oder die ganze Schale abpräparirt sein. Anders verhält sich dies bei mehrkammerigen Rhizopoden, welche, wie Polystomella crispa und, nach Beobachtungen Carpenter's, Orbitolites tenuissima und O. complanata, jede Verletzung der Schale noch nachträglich ausbessern und selbst Teilstücke eines Individuums, sofern dieselben nur einen Kern enthalten, ausbessern, ja sogar zuweilen zu Formen mit ganzen Schalen regenerieren. Dies entgegengesetzte Verhalten der einkammerigen und mehrkammerigen Rhizopoden erklärt der Verf. durch die Annahme, daß mit der Beendigung des Schalenwachstums auch die Fähigkeit des Weichkörpers, Schalenmaterial zu secernieren, überhaupt aufhört. Bei der Difflugia, welche ihr Gehäuse gleich nach der Teilung in seiner definitiven Form bildet, ohne es später durch Wachstum noch zu vergrößern, ist daher auch eine nachträgliche Ausbesserung des Gehäuses, welches auf Anlagerung neuen Materials beruhen würde, ausgeschlossen, während dies bei den polythalamen Rhizopoden, deren Schalen sich eines andauernden sekundären Wachstums erfreuen, so lange möglich ist, wie das letztere fortdauert. Es ist jedoch wünschenswert, daß, wie der Verf. auch selbst hervorhebt, die Allgemeingültigkeit dieses Gesetzes für alle Rhizopoden durch eine größere Anzahl von Versuchen, besonders auch bei Radiolarien, noch nachgewiesen wird.

Ia. In die erste Kategorie gehören einige Thalamophoren, wie Microcometes, Orbulina, Orbulinella (Fig. 95), Psammosphaera, Sorosphaera, Stortosphaera (bei den letzteren, agglutinierenden Formen, brechen die Pseudopodien meist direkt zwischen den Schalenpartikeln hindurch, ohne einer besonderen Perforation zu bedürfen) und neben Clathrulina eine große Zahl von Radiolarien: die einschaligen Sphaeroidea, die Cenodiscida, Ellipsida, Cenolarcida; die Akanthophrakten (exkl. die Phractopeltida) und die Orosphaerida, Sagosphaerida und Aulosphaerida.

Ib. Zu der zweiten Gruppe der einschaligen Rhizopodenschalen, nämlich den pylomatischen Formen, gehören zunächst die monothalamen Thalamophoren (die wenigen in der ersten Kategorie genannten Gattungen abgerechnet)[1]) und von Radiolarien die einschaligen Sphaeropylidenspezies, die Spyroidea, einige Monocyrtida und die Castanellida, Circoporida, Tuscarorida, Challengerida und Medusettida.

II. Die Rhizopodenschalen mit sekundärem, länger oder kürzer anhaltendem Wachstum sind phylogenetisch aus I hervorgegangen zu denken, und zwar kann man auch sie in 2 Gruppen sondern, welche durch zwei prinzipiell voneinander verschiedene Wachstumstypen charakterisiert sind. Diese Wachstumstypen entsprechen auch in morphologischer Beziehung den beiden Formtypen von I und sind im allgemeinen als direkte, durch Wachstum bedingte Fortsetzung derselben zu betrachten.

IIa. Konzentrischer Wachstumstypus. Derselbe ist als Fortentwickelung von Ia anzusehen und fast ausnahmslos aus diesem Formtypus hervorgegangen zu denken. Während das konzentrische Wachstum bei Thalamophoren nicht vorkommt, findet es sich um so häufiger bei Radiolarien. Vollkommen beherrscht es die schalentragenden Spumellarien, welche sämtlich, die unter Ia genannten einschaligen abgerechnet, nach diesem Wachstumstypus ihre Schale vergrößern, außerdem findet es sich bei den Phractopeltida. Dieses Wachstum geht entweder allseitig gleichmäßig vor sich, indem die erste, meist homaxone Gitterkugel successive von immer größer werdenden konzentrischen Gitterschalen nach außen umschlossen wird, welche durch Radialstäbe untereinander in Verbindung stehen (die Sphaeroideen, viele Prunoideen, die

1) Cornuspira, Spirillina und ähnliche Formen zeigen wie bekannt trotz ihrer Einkammerigkeit ein lange andauerndes sekundäres Wachstum der Schale. Auch sie sind daher hier abzurechnen und dem terminalen Wachstumstypus (IIb) zuzuweisen.

Phacodisciden und die Phractopeltiden), oder es kommen nur Teile der Gitterkugeln zur Ausbildung: gegitterte Ringe, wenn das Wachstum nur in einer Ebene stattfindet (Discoidea) und beiden Schalenpolen aufsitzende kuppelförmige Kugelsegmente bei Beschränkung des Wachstums auf die Richtung einer Achse (viele Prunoidea). Darin stimmen jedoch alle diese Befunde überein, daß sie durch ein in mehr als einer Richtung stattgehabtes Wachstum entstanden und in letzter Linie auf ein System von konzentrischen, gleichmäßig perforierten Kugeln zurückzuführen sind.

IIb. Beim terminalen Wachstumstypus umhüllen sich im Gegensatz hierzu die verschiedenen Schalen nicht gegenseitig, sondern das Wachstum der betreffenden Formen, an pylomatische monothalame Schalen (Ib) anknüpfend, findet nur in einer Richtung statt. Es kommt dies daher, daß durch die einseitige Stromrichtung der Sarkode auch deren Bildungsrichtung bestimmt ist, in der sich eine Reihe von Schalen bildet, welche durch Anbau neuer Kammern an ihrem Ende weiterwächst. Jedes Glied einer solchen Kette, welche gestreckt, gebogen oder in mancherlei Weise aufgerollt sein kann, entspricht daher einer konzentrischen Anwachskugel des vorigen Wachstumstypus. Hierher gehören alle polythalamen Thalamophoren, die Botryodeen und die mehrgliedrigen Cyrtoideen.

Da wir die unter Ia und b charakterisierten Formtypen als Vorstufe und Ausgangspunkt der eben besprochenen Wachstumstypen kennen gelernt haben, drängt sich uns nunmehr die Frage auf, welcher von diesen beiden Formtypen nun wieder der ursprünglichste ist. Die anatomischen Befunde lehren uns jedoch, daß eine eindeutige allgemeingültige Antwort, wie sie diese Frage verlangen würde, überhaupt nicht zu geben ist, sondern im Gegenteil mit dem Thatsachenbestand in Widerspruch stehen würde. Nach dem Beobachtungsmaterial, welches bei dem heutigen Stande unserer Kenntnisse eine diesbezügliche annähernd sichere Beurteilung überhaupt zuläßt, ist jeder der beiden Formtypen in einer Anzahl von Fällen der ursprüngliche, während andererseits ein Formtypus erst sekundär aus dem anderen hervorgehen kann.

Untersuchen wir zunächst den Formtypus Ib der einschaligen pylomatischen Rhizopodenskelette in seinen verschiedenen Erscheinungsweisen auf seine ursprüngliche oder sekundäre Natur, so bleibt uns hier nur noch übrig, auf die Thalamophoren einzugehen, da wir diese Frage in bezug auf die Radiolarienskelette schon im vorigen Abschnitt, bei der Unterscheidung zwischen pri-

mären und sekundären Pylomen, ausführlich erörtert haben. Bei weitem die Mehrzahl der Thalamophorenschalen ist typisch pylomatisch gebaut und wie oben erwähnt wurde, lassen sich auch die kompliziertesten Schalenbildungen auf eine mit Pylom versehene einkammerige und monaxone Schale zurückführen, nur die wenigen unter Ia genannten Gattungen machen eine Ausnahme, indem aus ihrer kugeligen Schale die Pseudopodien gleichmäßig ausstrahlen. Es giebt nur 2 Möglichkeiten, entweder nimmt man an, daß sich die monaxonen Schalen erst aus letzteren entwickelt haben, daß also das Thalamophorenpylom in letzter Linie sekundär ist, oder man erkennt den wenigen homoxonen Schalen keinen genetischen Zusammenhang mit den monaxonen zu und erklärt das Pylom der letzteren für primär. Für die Berechtigung beider Auffassungen lassen sich Gründe anführen.

Die erstere Annahme wird dadurch gestützt, daß einige der oben angeführten homaxonen monothalamen Rhizopoden zur monaxonen pylomatischen Ausbildung hinneigen. Die hier in Betracht kommenden Gattungen sind Microcometes, Orbulina und die agglutinierende Thurammina. Bütschli (loc. cit. pag. 35 u. 36) sagt über das Verhalten derselben: „Die Gattung Microcometes besitzt eine kugelige, chitinöse Schale von sehr unbedeutender Größe, die von 1—5 kreisförmigen, ziemlich engen Porenöffnungen zum Durchtritt der Pseudopodien durchbrochen wird. Die Variabilität in der Zahl der Porenöffnungen bei dieser, wohl unzweifelhaft als homaxon zu bezeichnenden Form verrät innige Beziehungen zu den monaxon gebauten Schalen, und wenn es nicht ein zu unsicheres Unternehmen wäre, einen natürlichen Stammbaum der Rhizopoden entwerfen zu wollen, so dürfte eine solche Gestalt wohl als Ausgangspunkt der beschalten Rhizopoden überhaupt aufgestellt werden." — „Obgleich nun hier (bei Orbulina) eine rein homaxone Form vorzuliegen scheint, so bietet dieselbe doch ebenfalls wieder innige Beziehungen zur monaxonen Gestaltung dar, indem sich nicht selten eine einfache weitere Schalenöffnung finden soll, die durch besondere Erweiterung eines der Porenkanäle entstanden gedacht werden darf und wodurch dann der erste Schritt zur monaxonen Gestaltung geschehen ist." — „. . . . wogegen Thurammina sich noch am nächsten an Orbulina anschließt, indem die gewöhnlich sphärische Schale eine größere Zahl auf vorspringenden Tuberkeln gelegener Porenöffnungen zeigt, denen sich jedoch sehr gewöhnlich noch eine von einem kurzen röhrenförmigen Hals getragene Hauptöffnung zugesellt, so daß also auch bei dieser sandschaligen Form

die gleiche Hinneigung zur Monaxonie auftritt, die wir schon bei Orbulina bemerkten." —

Hält man dagegen das Pylom der Thalamophoren für primär, so könnte man sich die erste Anlage der Schale derselben etwa so denken, daß die dorsale Seite einer auf einem Substrat hinkriechenden Amöbe eine Schutzhülle ausscheidet. Dieselbe würde eine monaxone Schale mit weiter basaler Öffnung darstellen, etwa wie das auf Figur 96 dargestellte Cochliopodium. Durch Verengerung des Pyloms und Verlängerung der Hauptachse konnten dann hieraus Formen, wie z. B. Gromia oder Lagena, hervorgehen.

Bei den Radiolarien ließ sich die Frage nach der primären oder sekundären Natur der pylomatischen Ausbildung der Schalen in den meisten Fällen mit annähernder Sicherheit beantworten wegen der größeren Zahl der zur Verfügung stehenden morphologischen Charakteristika der einzelnen Formen, anders ist dies jedoch bei den Thalamophoren, deren Schalen nur einen so geringen Grad der Differenzierung aufweisen, daß der feste Anhalt zu ihrer Vergleichung, wenigstens bei den hier nur in Betracht kommenden monothalamen Formen, nur sehr gering ist. Es ist daher eine sichere Antwort auf die vorliegende Frage heutzutage nicht zu geben, jedoch scheint mir so viel höchst wahrscheinlich, daß die monothalamen pylomatischen Formen polyphyletischen Ursprungs sind und zum Teil ein primäres Pylom besitzen, zum Teil jedoch aus homaxonen Formen mit allseitig gleicher Perforierung, ähnlich den noch heute lebenden unter Ia genannten, erst sekundär entstanden sind.

Während, wie wir im vorhergehenden, besonders bei Radiolarien, gesehen haben, der pylomatische Formtypus häufig aus dem Formtypus Ia erst sekundär hervorgeht, ist das Umgekehrte seltener der Fall. Dies ist auch ziemlich erklärlich, denn Ia gegenüber ist Ib schon ein differenzierterer Zustand und der Regel nach bilden sich indifferentere Formen zu differenzierteren um, weniger häufig umgekehrt. Wir haben demnach in den meisten gleichmäßig perforierten, kugeligen Schalen ein ursprüngliches Verhalten zu erblicken, zuweilen kommt es aber auch vor, daß sich dieser Formtypus erst sekundär aus dem monaxon-pylomatischen, jedenfalls infolge der Rückbildung der das Pylom bedingenden axialen Haupt-Sarkodeströmung, ableitet, wie dies hauptsächlich bei vielen Spyroidea der Fall ist, außerdem machen es mir einige Beobachtungen wahrscheinlich, daß das Pylom mancher Sphaeropyliden wieder schwinden kann, so daß nur eine prunoide Form der Schale als Zeichen einer früheren pylomatischen Ausbildung zurückbleibt.

Die beiden Wachstumstypen sind aus den beiden Formtypen hervorgegangen und zwar, wie schon gesagt, der konzentrische Wachstumstypus IIa aus dem Formtypus Ia und der terminale Wachstumstypus IIb aus dem monaxon pylomatischen Formtypus Ib. Diese Regel erleidet nur eine Ausnahme in dem Bau der Schale der Phaeodarienfamilie der Cannosphaeriden. Das Skelett der Cannosphaeriden besteht aus einer kleinen, monaxon-pylomatischen Zentralschale und einer großen, weitmaschigen, vollkommen homaxonen, kugelrunden, peripheren Gitterkugel, welche durch lange Radialstäbe mit ersterer in Verbindung steht. Es hat sich hier also eine pylomatische Schale unter Aufgabe der monaxonen Bauart durch konzentrisches Wachstum vergrößert, was sich, wie schon im vorigen Abschnitt bemerkt wurde, wahrscheinlich dadurch erklärt, daß der durch das Pylom gehende radiale Sarkodestrom nicht stark genug ist, auf das Weiterwachstum des Skelettes und die Bildung der weit abstehenden peripheren Schale einen nachhaltigen Einfluß auszuüben.

Niemals kommt es jedoch vor, daß ein Wachstumstypus in den anderen übergeht, resp. mit ihm zugleich bei derselben Form auftritt, Skelette, welche einmal dem konzentrischen Wachstum folgen, gehen nie nachträglich noch zu dem terminalen Wachstumstypus über, und umgekehrt. Dies ist recht deutlich aus dem Beispiel der pylomatischen Spumellarien ersichtlich. Als Spumellarien wachsen ihre Schalen konzentrisch und obgleich sich bei ihnen sekundär ein oft sehr ausgeprägtes Pylom anlegt, welches in vielen Fällen die Form des Skelettes in der Richtung einer Hauptachse verändert, vermag dasselbe trotzdem nicht das Wachstum der Schale in ein terminales umzuwandeln, im Gegenteil wächst dieselbe nach wie vor konzentrisch durch Anlagerung neuer peripherer Schalen resp. Ringe.

Während in der Regel der Wachstumstypus einer Rhizopodenschale scharf ausgeprägt erscheint, ist er in einigen Ausnahmefällen verwischt und undeutlich geworden. So wird das konzentrische Wachstum vieler Spumellarien unkenntlich gemacht durch die spongiöse Degeneration des Skelettes, durch welche das regelmäßige System von Radialbalken und konzentrischen Gitterkugeln oder Ringen in ein regelloses schwammiges Geflecht von Kieselbalken verwandelt wird. — Das ursprünglich terminale Wachstum vieler sogenannter Monocyrtiden wir dadurch verwischt, daß die transversale Einschnürung zwischen Cephalis und thorakalem

Glied schwindet und die erstere in das letztere meist vollständig einbezogen wird, so daß die ursprünglich zweigliedrige Schale nun eingliedrig erscheint und sich oft zum Verwechseln vielen Sphaeropyliden nähert (Fig. 77, 101, 102), außerdem kann durch den Verschluß des Pyloms das Skelett sogar einen prunoiden Habitus annehmen (Fig. 83, 84). Diese bei derartigen Formen stattfindende Konvergenz zwischen Nassellarien und Spumellarien ist oft so groß, daß sie der systematischen Unterscheidung unüberwindliche Hindernisse in den Weg legt, trotzdem haben wir aber meist auch bei diesen zweifelhaften Formen noch Anhaltspunkte zur Erkennung eines ehemaligen terminalen Wachstums in dem Bau der Schale, worauf wir im VI. Abschnitt noch zurückzukommen haben werden.

Werfen wir zum Schlusse noch einen Blick auf den Kausalzusammenhang der in diesem Abschnitt besprochenen, mit der Pylombildung in engerem oder weiterem Konnex stehenden Erscheinungen, so mag wohl dieser Versuch von einigen für verfrüht gehalten werden. So problematisch, wie es auf den ersten Blick erscheinen mag, ist aber die Ätiologie dieser Verhältnisse doch nicht. Vieles ist natürlich noch unsicher und manche Lücken sind noch durch ausgedehnte Beobachtungsresultate auszufüllen, trotzdem ist es aber auch heute schon möglich, durch kritische Vergleichung der vorhandenen Daten interessante allgemeine Ergebnisse zu erhalten. Als Ausgangspunkt aller zusammenhängenden Rhizopodenschalen (im Gegensatz zu den ohne Zusammenhang in dem Weichkörper verteilten Spikulumbildungen) sind naturgemäß die einschaligen (vulgo einkammerigen) zu betrachten. Dieselben zerfallen, wie wir sahen, in 2 Formtypen, den gleichmäßig perforierten (Ia) und den pylomatisch-monaxonen (Ib); es würde sich also zunächst fragen, welche Ursachen der Ausbildung dieser beiden Schalenformen zu Grunde liegen. Diese Ursachen liegen nun höchst wahrscheinlich in den Lebensverhältnissen der betreffenden Formen, speziell in ihrem statischen resp. lokomotorischen Verhalten. Rhizopoden mit gleichmäßig perforierter Schale und gleichmäßig nach allen Seiten ausstrahlenden Pseudopodien werden sich auch ihrer Lage im Raume gegenüber indifferent verhalten, es giebt für sie kein oben und unten und jedenfalls leben sie im Wasser schwebend und durch Rotation ihre Lage beliebig wechselnd. Anders verhält es sich mit den Rhizopoden des pylomatischen Formtypus, welche eine orale-aborale Hauptachse besitzen. Die Ausbildung dieser Hauptachse mit dem Pylom an einem Pole ist jedenfalls zurückzuführen auf die Gewohnheit (sit venia verbo)

der betreffenden Protisten, eine einachsig bestimmte Orientierung im Raume anzunehmen und zwar mit senkrecht stehender Hauptachse, im Prinzip gleichgültig ist hierbei, ob der Organismus frei im Wasser schwebt oder auf einem festen Substrat kriecht; für die Mehrzahl der Protisten, besonders Radiolarien, ist dies noch nicht aufgeklärt, wahrscheinlich ist die Lebensweise bei verschiedenen Formen verschieden, dasselbe gilt wahrscheinlich von der Frage, ob bei frei schwimmender Lebensweise das Pylom nach oben oder unten gekehrt ist, jedoch auch dies ist für die Ausbildung der allgemeinen Grundform jedenfalls sehr unwesentlich, wenn nicht gleichgültig. Die Ausbildung einer bestimmt orientierten Achse hat zunächst eine entsprechende Anordnung der Sarkode zur Folge, welche nun nicht mehr allseitig gleichmäßig ausstrahlt, sondern unter Vernachlässigung der übrigen Teile des Weichkörpers sich an dem einen Pole zu einem Hauptstrom vereinigt, welcher die Richtung der Hauptachse teilt. Nächstdem ist die Sarkodeströmung am gegenüberliegenden Pole am stärksten, oft sogar der anderen gleich. Durch diese einachsige Verteilung der Sarkode erklären sich alle morphologischen Eigentümlichkeiten der Schalen dieses Formtypus: die monaxone Grundform, die Pylombildung, die oralen und aboralen Radialanhänge etc. Die eudipleure Grundform vieler pylomatischer Rhizopoden ist ebenfalls auf statische Momente zurückzuführen und zwar auf die Bewegung in einer bestimmten horizontalen Richtung, wobei es auch im allgemeinen gleichgültig ist, ob dies ein freies Schwimmen oder ein Kriechen auf einer festen Unterlage ist.

Gehen wir nun zur Betrachtung der Wachstumstypen und des allgemeinen Habitus der Rhizopodenskelette über, so fällt uns sofort der in vieler Beziehung auffallende Unterschied zwischen Thalamophorenschalen und Radiolarienskeletten in die Augen. Der Hauptgrund dieser mancherlei Differenzen liegt jedenfalls in der Verschiedenheit des Baumaterials[1]) der Thalamophorenschalen einerseits und der Radiolarienskelette andererseits. Die Thalamophorenschalen bestehen teils aus Chitin, zum größten Teil aus kohlensaurem Kalk, zum Teil sind sie aus Fremdkörpern agglutiniert. Alle drei Mate-

1) Es ist dies um so bemerkenswerter, als die mit dem Pylom in Korrelation stehenden, den pylomatischen Formtypus charakterisierenden Erscheinungen (Längsstreckung der Schale, orale-aborale Differenzierungen, Differenzierung der Kreuzachsen der Schale etc.), wie wir sahen, unabhängig von der Differenz des Materials bei allen Protistenschalen in gleicher Weise auftreten.

rialien gehen jedoch bei nächst verwandten Formen unmerklich ineinander über und haben das Gemeinsame, daß ihre Haltbarkeit eine viel geringere ist, wie die der Kieselsäure, aus der die Radiolarienskelette bestehen. Die Folgen hiervon machen sich schon im gesamten Habitus der Thalamophoren und Radiolarien geltend. Die Schalen der ersteren sind massig und plump im Gegensatz zu den elegant und luftig gebauten Radiolarienskeletten. Die aus relativ weichem Material bestehenden Thalamophorenschalen müssen eben dick und kompakt gebaut sein, um den nötigen Grad von Haltbarkeit zu besitzen, während die aus festen Kieselbalken konstruierten Skelette der Radiolarien viel leichter gebaut sein können, ohne den nötigen Grad von Resistenz zu verlieren. Auch ist bei den elegant ausgeführten Radiolarienskeletten eine viel größere Formendifferenzierung möglich wie bei den vergleichsweise plumpen Thalamophoren. Es ist etwa derselbe Unterschied wie zwischen Holz und Eisen, denn ein aus Eisenstäben errichtetes Gebäude oder sonstige Konstruktion gestattet eine viel leichtere, luftigere Bauart und viel mehr Kombinationen in der Zusammenfügung der einzelnen Stäbe zu verschiedenartigen Formen, wie ein hölzernes oder steinernes, welches dieselbe Festigkeit haben soll. Aus dieser Verschiedenheit des Materials erklärt sich auch das vollkommene Fehlen des konzentrischen Wachstumstypus bei Thalamophoren bei ausschließlich terminalem Wachstum, während der konzentrische Wachstumstypus bei den Radiolarien neben dem terminalen in größter Vollendung und Verbreitung vorkommt. Die Schalen eines konzentrischen Skelettsystems müssen allseitig durchbrochen und möglichst leicht gebaut sein, um einen ungehinderten Verkehr der Sarkode zwischen den einzelnen Schalenintervallen zu ermöglichen, außerdem müssen die das Ganze zusammenhaltenden Radialstäbe bei nicht allzu großer Dicke die nötige Festigkeit besitzen, kurz alles Anforderungen, welchen ein aus Kalk, Sand oder Chitin bestehendes Skelett nicht oder doch in nur höchst unvollkommener Weise nachkommen könnte. Eine merkwürdige Ausnahme macht die auf Fig. 94 dargestellte Thurammina papillata Brady, deren agglutinierte Schale sich aus 2 konzentrischen, durch einige Radialbalken verbundenen Kugeln zusammensetzt. Es ist dieses ein Anlauf einer Thalamophore zu konzentrischem Wachstum, aber auch nicht mehr, wie aus der unvollkommenen Ausführung und dem ganz vereinzelten Vorkommen zur Genüge hervorgeht.

Jedoch auch der terminale Wachstumstypus an sich hat einen großen Nachteil, nämlich den, daß eine durch ihn entstandene lange

gestreckte Reihe von Kammern sowohl für die Lokomotion sehr hinderlich als auch sehr zerbrechlich ist, wogegen die konzentrisch gewachsenen Radiolarienskelette einheitliche, nach außen abgerundete Systeme bilden, welche von außen kommenden Eingriffen mechanischer Art bei einer möglichst geringen Anzahl von Angriffspunkten die größtmöglichste Festigkeit entgegensetzen. Diese Vorteile der konzentrisch gewachsenen Skelette vereinigen die Thalamophoren mit dem terminalen Wachstum dadurch, daß sie ihre oft sehr langen Kammerreihen zu einer Spirale einrollen, wodurch trotz des terminalen Wachstums ein einheitliches, festgefügtes Gehäuse zustande kommt. Noch gesteigert wird diese Abrundung der Schalen nach außen dadurch, daß die jüngeren Kammern die älteren umwachsen [1]), wie es besonders bei den Milioliden in großer Verbreitung vorkommt, in welcher Familie sich eine successive Steigerung dieses gegenseitigen Umfassens der Kammern bei Quinqueloculina und Triloculina konstatieren läßt, bis dieser Prozeß bei Biloculina und Uniloculina den höchsten Grad der Ausbildung erreicht. Bei Uniloculina soll nur die jüngste Kammer nach außen frei zu Tage liegen, während alle übrigen Kammern im Innern derselben von ihr eingeschlossen liegen. Es ist hier also auf einem ganz anderen Wege derselbe mechanische Vorteil erreicht, welcher dem System der einander umschließenden konzentrischen Kugelschalen der Radiolarien eigen ist. Auch das sogenannte cyklische Wachstum von Orbiculina, Orbitolites, Heterostegina, Cycloclypeus und Orbitoides ist nichts anderes als ein Umgreifungsprozeß. Nur geschieht hier die Umgreifung und das Wachstum der Kammern in einer Ebene, so daß die betreffenden Formen mehr den konzentrischen Ringsystemen der Discoideen entsprechen, die eben genannten Milioliden, Biloculina und Uni-

1) In derselben Weise, wie sich bei vielen Radiolarien (Discoideen und Larcoideen) secundär ein spiraler Schalenbau ausgebildet hat (vergl. d. Anmerk. auf S. 177), ist bei den genannten Thalamophoren durch den Prozess der Umgreifung umgekehrt ein konzentrischer Bau der Schale entstanden. Fs sind dies jedoch nur scheinbare Ausnahmen, welche sekundären Umbildungsprozessen von nur oberflächlicher Natur ihre Entstehung verdanken. Bei tiefergehender vergleichender Untersuchung der betreffenden Formen stellt es sich unzweifelhaft heraus, daß gleichwohl die spiralen Radiolarien dem konzentrischen Wachstumstypus angehören wie andererseits die durch Umgreifung konzentrisch gewordenen Thalamophoren dem terminalen. Beide Fälle sind jedoch interessante Seitenstücke welche uns die auf Analogiebilduug beruhende unter Umständen hochgradige Konvergenz deutlich vor Augen führen.

loculina dagegen den konzentrischen Kugelsystemen der Sphaeroideen [1]). Von höchstem Interesse ist endlich noch der Umstand, daß „in gleicher Weise, wie für die ähnlich spiral aufgerollten Schalen der Cephalopoden und Gastropoden eine mathematisch gesetzmäßige Bildung der Spiralität hauptsächlich durch NAUMANN nachgewiesen wurde, in neuerer Zeit das Gleiche auch für die entsprechenden Rhizopodenschalen durch v. MÖLLER („Die spiralgewundenen Foraminiferen des russischen Kohlenkalks.“ Mém. Acad. imp. St. Petersbourg. 7 s. T. XXV. 1878) bestätigt werden konnte. Es hat sich ergeben, daß eine sehr auffallende Übereinstimmung der spiral gewundenen Rhizopoden- und Cephalopodenschalen existiert“ (BÜTSCHLI, loc. cit. pag. 41). Es geht hieraus hervor, daß diese Übereinstimmung auf Analogie beruht und dem Umstande ihren Ursprung verdankt, daß sowohl die Schalen der Gastropoden und Cephalopoden als auch die der Thalamophoren nach den gleichen Prinzipien der Statik nnd Mechanik gebaut sind, so daß ihnen unter Berücksichtigung aller Nebenumstände das größtmögliche Maß von Festigkeit zukommt. Wir haben hier ein interessantes Seitenstück zu der schon länger bekannten ebenfalls, streng noch mechanischen Zweckmäßigkeitsprinzipien gebildeten Struktur der Knochenspongiosa vor uns. Dazu will ich noch schließlich bemerken, daß die Verlaufsrichtung und Verteilung der das Radiolarienskelett zusammensetzenden Kieselbalken jedenfalls auch zu einem großen Teil nach statischen resp. mechanischen Zweckmäßigkeitsprinzipien bestimmt und durch solche erklärbar ist. Aus einer Reihe von Beobachtungen scheint mir

1) Daß die mehrgliedrigen terminal wachsenden Cyrtoideen nicht spiral aufgerollt sind, sondern eine gestreckte Gestalt besitzen, erklärt sich jedenfalls erstens daraus, daß die Gliederzahl derselben im Durchschnitt viel geringer ist, wie die Zahl der Kammern der meisten Thalamophoren und daß zweitens die relativ große Festigkeit der Kieselsäure dem kohlensauren Kalk gegenüber eine solche Befestigung des Skelettes einfach überflüssig macht. Außerdem sind auch manche Thalamophoren- und Molluskenschalen gestreckt oder erst nachträglich aus dem eingerollten in den gestreckten Zustand übergegangen. Es mögen hier jedenfalls noch allerlei Nebenumstände als causae efficientes dieser anscheinend abweichenden Befunde in Betracht kommen, die sich bis jetzt der Beobachtung noch entzogen haben, das ist jedoch natürlich kein Grund, die, wie aus obigem wohl hervorgeht, wohl begründete Annahme zu bezweifeln, daß die bei weitem vorherrschende spiralige Aufrollung in ganz bestimmter Art und Weise bei Mollusken und Thalamophoren statische und mechanische Zweckmäßigkeitsprinzipien als hauptsächlichste Ursache hat.

dies schon jetzt deutlich hervorzugehen und werde ich wahrscheinlich später auf dieses interessante Problem noch ausführlicher in diesen „Studien“ zurückkommen.

V. Abschnitt.

Über die Konstanz des Pyloms bei derselben Spezies und seine ontogenetische Entwicklung bei Radiolarien.

Eine abgerundete erschöpfende Behandlung der Frage nach der individuellen Entwicklung des Pyloms und der Konstanz seines Auftretens bei derselben Radiolarienspezies soll und kann hier nicht gegeben werden, denn die Lösung dieser Probleme liegt noch im weiten Felde und bedarf noch ausgedehnter Forschungen. Ich werde mich damit begnügen, in diesem Kapitel nur einige Beobachtungsresultate anzuführen, welche einiges Licht auf die eben genannten Fragen werfen.

Zunächst interessiert uns hier die im 2. Abschnitt beschriebene und auf Figur 100 abgebildete Spongopyle osculosa nov. spec. Dieselbe fand ich ziemlich häufig in den Bodenproben der überhaupt in vieler Beziehung merkwürdigen Beobachtungsstation Nr. 157 des Challenger. Neben der ausgewachsenen Form kommen nun in ungefähr derselben Häufigkeit auch noch unfertige Jugendstadien vor (Fig. 99). Dieselben sind noch nicht ganz so groß, wie die Scheibe der ausgewachsenen Art und an der Oberfläche sind noch die freien Endigungen der Balken des spongiösen Geflechts sichtbar, welche noch im Weiterwachsen begriffen sind, so daß sich noch kein zusammenhängender äußerer Abschluß gebildet hat. Auf diesem Stadium ist das Pylom durch noch nichts anderes angedeutet, als durch eine Gruppe radial verlaufender Balken, welche etwas, ca. 0,025 mm, über die seitlich davon gelegenen Partieen des Randgewebes emporragen und sich nach innen, wenn auch meist undeutlich, noch eine Strecke weit (höchstens die Hälfte des Radius der Scheibe) als Radialbalken fortsetzen; diese sich von dem spongiösen Gewebe der Scheibe mehr oder weniger scharf abhebenden Radialbalken sind gleichsam anzusehen als der versteinerte Ausdruck der während des Lebens vorhandenen verstärkten radialen Sarkodeströmung des Pyloms. Die Umwandluug dieser Jugendform in die ausgebildete Spongopyle osculosa beruht nun darauf, daß nach Beendigung des Wachstums der Kieselbälkchen die spongiöse Scheibe einen äußeren mehr glatten Abschluß erhält. Besonders deutlich ist dies an dem Rande der Schale sichtbar,

welcher nunmehr einen scharfen Abschluß erhält, indem er von einem kontinuierlichen dickeren Ringbalken gebildet wird; der Letztere zeigt nur eine Unterbrechung an der Stelle des Pyloms, dessen Radialbalkengruppe als eine Art Randbestachelung aus dem gegen den einheitlichen äußeren Schalenmantel etwas zurücktretenden Schwammgewebe des Schaleninneren hervortritt. Bemerkenswerth ist bei diesem Entwicklungsgang der schließlich erfolgende äußere glatte Abschluß der spongiösen Scheibe. Dieser Befund ist jedenfalls so zu erklären, daß die Sarkode vorzugsweise, vielleicht auch ausschliesslich ihren Weg durch das Pylom nimmt, so daß sich ohne den Verkehr des Weichkörpers mit der Außenwelt zu stören, an den übrigen Stellen der Scheibe ein dichterer Abschluß bilden kann, welcher seinerseits durch Festigung der Schale und Schutz nach außen nützlich ist. Bei Spongopyle osculosa ist dieser glatte Abschluß nach außen übrigens noch nicht so stark ausgeprägt, einen hohen Grad der Ausbildung erreicht er aber z. B. bei Spongopyle circularis, ovata, elliptica und variabilis (Fig. 64—67), bei welchen Formen das innerliche spongiöse Geflecht durch eine dicke einheitliche Siebplatte nach außen abgeschlossen erscheint. Nachdem wir jedoch dies Verhalten als eine sekundäre, mit der Pylombildung in Korrelation stehende Erscheinung erkannt haben, welche an der spongiösen Natur der betreffenden Formen im Prinzip nichts ändert, wird auch die im 2. Abschnitt vollzogene Einreihung dieser Arten in die Famile der Spongodiscida (speziell in die neue Subfamilie der Spongopylida) gerechtfertigt erscheinen. — Eine weniger dichte glatte Oberfläche haben neben Spongopyle osculosa, Spongopyle setosa, craticulata und Stöhrii (Fig. 100, 97, 98, 68) und bilden so den Übergang zu der noch typisch auch an der Oberfläche rauhen und spongiösen Spongopyle aspera (Fig. 69). Es sei übrigens noch erwähnt, daß auch Stöhr bei seinem Spongotrochus craticulatus (meiner Spongopyle craticulata) einen die Scheibenperipherie abschließenden einheitlichen Ringbalken deutlich abgebildet und richtig erkannt hat, indem er bei seiner Beschreibung dieser Art sagt (loc. cit. pag. 118 u. Taf. VI (XXII), Fig. 12): „An der Peripherie ist die Schwammschale durch einen umlaufenden Balken geschlossen, und nur an einer Stelle ist dieses nicht der Fall, und bilden dort die Kieselbalken des Schwammgerüstes kleine Zäckchen, so daß es wie eine Mündungsöffnung aussieht."

Ebenfalls in den Bodenproben von Station 157 fand ich die beiden neuen Arten Spongotrochus antarcticus und Spongopyle setosa (Fig. 98) sehr häufig. Beide stimmen in den Größen- und Strukturverhältnissen der Scheibe (siehe die Diagnosen) vollständig überein

und unterscheiden sich nur voneinander durch das Vorhandensein resp. Fehlen eines Pyloms. Aber auch in dieser Beziehung ist durchaus keine scharfe Grenze vorhanden, denn neben den beiden eben genannten Arten als Grenzformen kommen in denselben Proben sehr zahlreiche Zwischenformon vor, welche einen unmerklichen Übergang vermitteln von der ersten kaum bemerkbaren Anlage eines Pyloms bis zu dessen typischer Ausbildung. Eine solche Zwischenform, bei welcher erst die unvollkommene Anlage eines Pyloms sichtbar ist, ist auf Figur 97 dargestellt. Die Peripherie der Scheibe zeigt an einer Stelle eine kleine Einkerbung und von dieser aus führt bis etwa an den Anfang des dunklen Zentrums der Scheibe eine helle Radialstraße, welche von etwas stärker ausgebildeten Radialbalken resp. -stacheln eingeschlossen ist. Bei der typischen Spongopyle setosa (Fig. 98) hat sich die kleine Einbuchtung der Peripherie zu einem deutlich unterscheidbaren Pylom vergrößert, auch die helle Radialstraße ist breiter geworden und die Stacheln am Rande des Pyloms sind meist, wenn auch nicht immer, etwa doppelt so lang wie die kleinen Stacheln des Scheibenrandes. Die helle Radialstraße ist entstanden zu denken durch den die Bildung des Pyloms bedingenden radialen Sarkodestrom, der der betreffenden Stelle der spongiösen Scheibe sein bestimmtes Gepräge aufdrückt, indem er die in seinem Bereich liegenden radial verlaufenden Kieselbalken (die sich nach außen in die Randbestachelung des Pyloms fortsetzen) verstärkt, während im Interesse der freien Passage das dazwischen liegende spongiöse Geflecht nicht zur Entwicklung gelangt, welch letzterem Umstande die betreffende Partie ihr helles Aussehen verdankt. Während wir bei Spongopyle osculosa aus der Vergleichung von Jugendstadien mit der ausgewachsenen Schale die individuelle Entwicklung oder Ontogenie der ganzen Form und speziell auch des Pyloms entnehmen konnten, sind wir in diesem Falle zu demselben Ziele auf einem etwas anderen Wege gekommen. Unter den hier in betracht kommenden Formen finden sich allem Anschein nach keine Jugendstadien, sondern sie sind aufzufassen als Variationen in Wahrheit ein und derselben Form, bei manchen Individuen zeigt sich keine Spur einer Pylombildung (Spongotrochus antarcticus nov. spec.), bei anderen ist eine solche, wenn auch in unvollkommenem Zustand, bemerkbar (Fig. 97), während bei wieder anderen ein wohl ausgebildetes Pylom vorhanden ist (Spongopyle setosa Fig. 98). Aus der vergleichenden Anatomie dieser Varietäten können wir uns die phylogenetische Entwicklung des ausgebil-

deten Pyloms ableiten. Es ist dies ein höchst interessantes Beispiel einer noch in der Jetztzeit vor sich gehenden Entstehung neuer Arten; die beiden Endformen der zusammenhängenden Formenreihe sind schon so verschieden, daß wir sie aus Zweckmäßigkeitsgründen als 2 verschiedene Arten (Spongotrochus antarcticus und Spongopyle setosa), die sogar verschiedenen Gattungen angehören, beschreiben; denken wir uns durch die allmähliche andauernde Einwirkung der Auslese die vermittelnden Varietäten ausgestorben, so ist diese Trennung thatsächlich vollzogen. — Im Anschlusse hieran möchte ich noch erwähnen, daß ich hin und wieder auch bei einigen anderen Spongodisciden (besonders Spongo- resp. Stylotrochusarten) helle mehr oder weniger deutlich unterscheidbare Radialstraßen bemerkt habe, welche auf eine beginnende pylomatische Differenzierung hinweisen.

Wenn die im II. Abschnitt bei der Beschreibung von Ommatodiscus variabilis nov. spec. (Fig. 58) und Ommatodiscus bathybius nov. spec. (Fig. 59) aufgestellte und näher begründete Vermutung richtig ist, daß die bei O. variabilis erwähnten kleinen Jugendformen, O. variabilis selbst und O. bathybius ontogenetische Entwicklungsstadien ein und derselben Form sind und daß außerdem Stomatodiscus osculatus Haeckel genetisch mit O. bathybius zusammenhängt, so hätten wir auch hier ein interessantes Beispiel der Zusammengehörigkeit einer Reihe von Formen, welche außerdem auch alle in den Bodenproben derselben Station (225, die tiefste vom Challenger gefundene Stelle, 4475 Faden tief!) gefunden wurden. Die kleinen Jugendformen, O. variabilis und O. bathybius würden sich dann als individuelle Entwicklungsstadien zueinander verhalten, wie die oben besprochene Jugendform von Spongopyle osculosa zur ausgewachsenen Art, während Ommatodiscus bathybius und Stomatodiscus osculatus als Varietäten in derselben Beziehung zueinander stünden, wie Spongotrochus antarcticus zu Spongopyle setosa. Dieser letztere Vergleich bezieht sich dann, indem wir von dem einen, beiden Formen gemeinsamen Pylom absehen, auf den aboralen Pol der Schale, welcher bei Ommatodiscus bathybius eines Pyloms entbehrt, während sich ein solches bei Stomatodiscus osculatus auch an dieser Stelle ausgebildet hat. Das möglicherweise gelegentliche und inkonstante Auftreten eines zweiten Pyloms erscheint uns auch jetzt begreiflicher, nachdem wir im vorhergehenden Abschnitt sahen, daß der aborale Pol bereits pylomatisch ausgebildeter Rhizopodenschalen hierzu besonders prädisponiert ist. Das

Vorhandensein oder Fehlen eines solchen zweiten gegenständigen Pyloms hängt vielleicht nur von der Stärke der in der Richtung der Hauptachse stattfindenden radialen Sarkodeströmung ab, wodurch unter Umständen 2 Ausströmungsöffnungen nötig werden können, und daß dieser Grad der Stärke individuellen Schwankungen unterworfen sein kann, ist sehr leicht denkbar.

Die beiden im 2. Abschnitt beschriebenen neuen Arten Sphaeropyle Haeckelii (Fig. 53) und Haliomma Darwinii stimmen in höchst auffallender Weise in allen Größen und Strukturverhältnissen des Skelettes überein (vergl. die Diagnosen). Haliomma Darwinii unterscheidet sich von Sphaeropyle Haeckelii nur besonders dadurch, daß es keine Spur eines Pyloms besitzt, während der äußeren Schale von Sphaeropyle Haeckelii ein solches von ansehnlicher Größe zukommt. Die Möglichkeit, daß bei ersterer Form das Pylom vielleicht gerade auf der von dem Beschauer abgewendeten Hemisphäre lag und sich so der Beobachtung entziehen konnte, ist nicht vorhanden, da das Skelett so durchsichtig war, daß man bei tiefer Einstellung des Tubus auch die untere Hälfte der äußern Gitterschale genau beobachten konnte, ohne jedoch ein daselbst etwa vorhandenes Pylom zu bemerken, sondern statt dessen die allerorts gleichartig gebaute und geschlossene Gitterkugel. Von keiner prinzipiellen Bedeutung ist der Umstand, daß Haliomma Darwinii zahlreiche, über die ganze Schalenoberfläche verbreitete kleine Radialstacheln besitzt, während dieselben bei Sphaeropyle Haeckelii fehlen, da es sehr wohl möglich ist, daß sie bei dem mir vorliegenden Exemplar sich noch nicht entwickelt hatten. Außerdem stimmt jedoch dieser Befund auch überein mit den im vorhergehenden und diesem Abschnitt erwähnten Erscheinungen, wie dem meist der Radialstacheln entbehrenden Rand der Ommatodisciden und Discopyliden, dem äußeren glatten Abschluß vieler Spongodisciden etc. und läßt sich dann auch sehr befriedigend auf dieselbe Art und Weise erklären: Mit der Bildung eines Pyloms nimmt auch die radiale Sarkodeströmung der Hauptsache nach ihren Weg durch das letztere; bei der Form ohne Pylom (Haliomma Darwinii) ist sie in Form von zahlreichen Pseudopodien über die ganze Schalenoberfläche verteilt und in den letzteren können sich dann auch die bei dieser Form vorhandenen Radialstacheln ausscheiden, anders ist dies bei der Bildung eines Pyloms (Sphaeropyle Haeckelii), wo die Pseudopodien nicht mehr gleichmäßig über die ganze Gitterschale verstreut sind, sondern zum größten Teil ihren Weg gemeinschaftlich durch das Pylom nehmen; in

diesem Falle kommen dann auch die den radialen Pseudopodien entsprechenden und von diesen bedingten Radialstacheln nicht mehr zur Entwicklung. Alle diese Umstände machen es wahrscheinlich, daß die beiden betreffenden „Arten" genetisch zusammengehören und Sphaeropyle Haeckelii aufzufassen ist als ein Haliomma Darwinii, bei dem ein Pylom zur Entwicklung gekommen ist. Merkwürdig hierbei ist noch, daß ich beide Formen nicht nur in der Bodenprobe derselben Station (271), sondern auch auf demselben Objektträger unter demselben Deckglas dicht nebeneinander liegend vorfand, was besonders ihre gegenseitige Vergleichung bedeutend erleichterte.

Über Phacopyle stomatopora (Fig. 10) vergleiche das im 3. Abschnitt (unter „1) Die Schalenpore als pylogene Bildung") Gesagte.

In bezug auf die Frage nach der Konstanz des Vorkommens eines Pyloms bei derselben Radiolarienform machen es die vorstehend mitgeteilten Beobachtungen wahrscheinlich, daß einige Formen bald pylomatisch ausgebildet sein können, bald nicht, bei denselben ist demnach der Prozeß der Pylombildung noch jetzt im Fluß. Hieraus geht natürlich nicht hervor, daß alle Pylombildungen unbeständiger Natur sind, vielmehr scheint sich bei der Mehrzahl der pylomatischen Radiolarien dieser Prozeß der Formbildung bereits konsolidiert zu haben. Dies geht schon daraus hervor, daß zu der großen Mehrzahl der pylomatischen Radiolarien entsprechende Formen ohne Pylom nicht nachgewiesen sind und aus dem unveränderten gleichzeitigen Vorkommen vieler Formen in den verschiedensten Stationen oder in fossilem und zugleich rezentem Zustande. Ganz besonders läßt sich aber die in großer Verbreitung auftretende Längsstreckung der ganzen Schale in der Richtung der oralen-aboralen Hauptachse meiner Ansicht nach befriedigend nur erklären als das Resultat eines bereits lange andauernden konstanten Einflusses eines Pyloms. Hiermit stimmt auch die Thatsache überein, daß bei den Formen, bei welchen nach obigem das Vorhandensein eines Pyloms noch zu variieren scheint (Spongotrochus antarcticus: Spongopyle setosa und Haliomma Darwinii: Sphaeropyle Haeckelii) eine derartige Längsstreckung der Schale auch noch nicht eingetreten ist.

VI. Abschnitt.

Einige systematische Fragen im Lichte der im vorstehenden gewonnenen vergleichend-anatomischen resp. entwicklungsgeschichtlichen Ergebnisse.

Es wurde schon wiederholt darauf hingewiesen, daß die Pylombildung in die Kategorie von Bildungen gehört, welche unabhängig voneinander in analoger Weise in den verschiedensten Abteilungen des Systems auftreten. Diese Analogie geht jedoch noch weiter, denn jedenfalls stehen auch die meisten Spezies dieser enger begrenzten Gruppen von pylomatischen Radiolarien in keinem gegenseitigen genetischen Zusammenhang. So wäre es z. B. verkehrt, wenn man annehmen wollte, daß die pylomatischen Porodisciden, welche in der Subfamilie der Ommatodisciden zusammengefaßt sind, alle von einer pylomatischen Porodiscide abstammten, welch letztere sich dann ihrerseits aus einer bestimmten Porodiscide durch die Ausbildung eines Pyloms entwickelt haben würden. Ein solcher einheitlicher phylogenetischer Ursprung der Arten innerhalb der von uns unterschiedenen systematischen Gruppen der pylomatischen Spumellarien existiert jedenfalls nicht, vielmehr haben sich die einzelnen Arten beispielsweise der Ommatodisciden aus ebensovielen Porodiscidenformen völlig unabhängig voneinander durch den Erwerb eines Pyloms entwickelt[1]), was schon aus dem zum Teil ganz verschiedenen Bau ihrer Schalen hervorgeht. Das ihnen Gemeinsame ist nur das Pylom und da dasselbe ein ausgeprägtes leicht erkennbares morphologisches Charakteristikum abgiebt, so haben wir es aus Zweckmäßigkeitsgründen als Merkmal der betreffenden Gruppen des Systems verwandt. Um unser einmal gewähltes Beispiel beizubehalten, verhalten sich also die Ommatodisciden in genetischer Beziehung zu den Porodisciden ebenso, wie die Trematoden zu den Turbellarien, es sind Formen, welche obgleich aus verschiedenen Arten der Stammgruppe hervorgegangen, einander durch Konvergenz so ähnlich geworden sind, daß aus Zweck-

1) Dies gilt der Natur der Sache nach natürlich nur für die sekundären Pylome, die primären Pylome sind innerhalb derselben Formengruppe (z. B. der Nassellarien) selbstverständlich sämtlich untereinander homolog.

mäßigkeitsgründen ihre systematische Zusammenfassung geraten erscheint. Wie es meistens der Fall ist, so ist eben auch die Gruppierung der pylomatischen Spumellarien ein Kompromiß zwischen natürlichem und künstlichem System. Natürlich ist die Vereinigung der Sphaeropyliden mit den Sphaeroideen, der Phacopyliden mit den Phacodisciden, der Ommatodisciden mit den Porodisciden, von Discopyle mit den Pylodisciden, der Spongopyliden mit den Spongodisciden, der Larcopyliden mit den Larcoideen; künstlich dagegen ist die Vereinigung der einzelnen Arten zu den eben aufgeführten Gruppen der pylomatischen Spumellarien.

Wenn ich eben sagte, die Vereinigung der Sphaeropyliden mit den Sphaeroideen sei eine natürliche, so bedarf dies noch einer gewissen Einschränkung. Wie im 3. Abschnitt gezeigt wurde, kann aus einem Polstachel oder einem Stachelbüschel sowohl bei Sphaeroideen, als auch bei Prunoideen sich ein Pylom entwickeln, auf den ersten Blick könnte es also gerechtfertigt erscheinen, die kugeligen Sphaeropyliden, die Gattung Sphaeropyle, den Sphaeroideen, die monaxon langgestreckten dagegen, nämlich die Gattung Prunopyle, den Prunoideen zuzuerteilen. Für einen Teil der Prunopylearten würde dies ganz richtig sein, denn viele stammen jedenfalls von Prunoideen ab und haben von diesen ihre langgestreckte monaxone Gestalt geerbt, sind pylomatische Prunoideen, andere sind jedoch höchstwahrscheinlich pylomatische Sphaeroideen, bei denen sich die monaxone Grundform erst durch den Einfluß des Pyloms sekundär entwickelt hat; dieselben beiden Möglichkeiten liegen natürlich auch bei den Arten der Gattung Stomatosphaera vor. Da es natürlich nicht möglich ist, einer Prunopyle resp. Stomatosphaera ihre diesbezügliche Abstammung und damit die Ursache der monaxonen Grundform der Schale mit Sicherheit anzusehen, ist es das beste, die Gattungen Prunopyle und Stomatosphaera gänzlich bei den Sphaeropyliden und somit Sphaeroideen unterzubringen, des Künstlichen dieser Gruppierung muß man sich natürlich, wie in allen derartigen Fällen, stets bewußt bleiben.

Im vorigen Abschnitt wurde gezeigt, daß der äußere glatte, siebplattenartige Abschluß vieler Spongopyliden eine sekundäre, mit der Pylombildung in Korrelation stehende Erscheinung ist und an der ursprünglichen inneren spongiösen Beschaffenheit der Schalen nichts ändert. Es ist daher die Zuerteilung solcher Formen zu den Spongopyliden und somit Spongodisciden vollkommen gerechtfertigt, nur ist auch in dieser Beziehung Vorsicht nötig, da auch

viele Ommatodisciden in ihrem Inneren so gleichmäßig dunkel sind, daß es den Anschein hat, als wären sie spongiös. Bei scharfer längerer Beobachtung, die in solchen zweifelhaften Fällen absolut notwendig ist, läßt sich jedoch meist entscheiden, ob eine bestimmte Porodiscidenstruktur vorhanden oder das Schaleninnere von spongiösem Geflecht ausgefüllt ist.

In vielen Fällen besteht eine durch Konvergenz bewirkte auffallende Aehnlichkeit zwischen Sphaeropyliden, besonders der Gattung Prunopyle und vielen Nassellarien, so daß der systematischen Unterscheidung hieraus oft große Schwierigkeiten erwachsen. Da, wie wir im 4. Abschnitt sahen, ein Wachstumstypus nie in den anderen übergeht resp. bei derselben Form nie mit demselben zugleich vorkommt, und andererseits bei den Spumellarien sich ausschließlich der konzentrische, bei den Nassellarien dagegen nur der terminale Wachstumstypus findet, so ist eine Entscheidung, ob wir es mit einer pylomatischen Spumellarie oder einer Nassellarie zu thun haben, bei allen den Formen mit vollkommener Sicherheit leicht zu treffen, bei welchen ein Wachstumstypus bestimmt ausgeprägt ist. Umschließen sich zwei oder mehrere Schalen konzentrisch, so haben wir zweifellos eine pylomatische Spumellarie resp. eine Sphaeropylide vor uns, eine Nassellarie resp. Cyrtoidee dagegen, wenn das Skelett aus 2 oder mehreren aneinandergereihten Gliedern oder Kammern besteht. Anders liegen die Verhältnisse jedoch, wenn dies sichere Unterscheidungsmerkmal nicht vorhanden und ein bestimmter Wachstumstypus nicht ausgeprägt ist. Dies ist der Fall bei den einschaligen Sphaeropyliden und denjenigen Cyrtoideen [1]), welche entweder niemals ein terminales Wachstum besessen oder dieses erst sekundär verloren haben, also Formen, die eine einfache Schale besitzen, welche nicht aus einer Reihe von durch deutliche Transversalstrikturen voneinander abgegrenzten Gliedern besteht und die Haeckel wegen dieses Verhaltens im Gegensatz zu den mehrgliedrigen Cyrtoideen in der Sektion der Monocyrtida zusammengefaßt hat. Aber auch zur Unterscheidung derartiger Formen stehen uns noch eine Reihe von morphologischen Merkmalen zur Verfügung, durch deren Anwesenheit wir mit ziemlicher Sicherheit die Nassellarien-

1) Die einkammerigen Spyroideen sind immer sofort als Nassellarien erkennbar, da bei ihnen stets das primitive Cortinarskelett (Apikalstachel, basales Tripodium, Sagittalring und die von dem Einfluß des letzteren herrührende sagittale Einschnürung) oder doch Teile desselben erhalten sind.

natur solcher fraglichen Radiolarienschalen erkennen können. Diese Charakteristika sind folgende:

1) Das basale Tripodium sowie mit demselben zusammenhängende Befunde, wie 3 laterale, in der Schalenwand befindliche Rippen oder 3 laterale Flügel und jeder triradiale Bau der Schale überhaupt, mag sich derselbe nun in Dreiseitigkeit der Schale oder der Dreilappung des Pylomrandes aussprechen. Figur 103. (Rep. pl. 51, fig. 1, 6. — pl. 52, fig. 23. — pl. 98, fig. 8. — pl. 53, fig. 1, 2.)

2) Das zuweilen in der Spitze der Schale noch befindliche Collarseptum, welches ursprünglich die nun äußerlich wenigstens mit dem abdominalen Gliede verschmolzene und degenerierte Cephalis von dem letzteren abtrennte. (Rep. pl. 57, fig. 5. — pl. 62, fig. 1.)

3) Noch vorhandene Reste des primitiven Cortinarskelettes, wie z. B. der zuweilen vorhandene zentrale Achsenstab (Columella Haeckel) im Inneren der Schale. (Rep. pl. 97, fig. 4. — pl. 98, fig. 2.)

4) Ein in der Richtung der Hauptachse mehr oder weniger plötzlich wechselnder Querdurchmesser der Schale, wodurch die äußere Kontur derselben nicht mehr gleichmäßig elliptisch oder oval, sondern geschweift erscheint. Figur 102. (Rep. pl. 77, fig. 2.)

5) Die regelmäßige Anordnung der Poren in Längs- oder Spirallinien. Figur 84, 102. Dies und

6) Die regelmäßige Anordnung der Poren in die Schale quer umgebenden Ringen (Figur 102. — Rep. pl. 79, fig. 1) sind Befunde, welche als die letzten Reste eines verwischten terminalen Wachstums der Schale anzusprechen sind, ebenso wie die unter 4) genannte Gesamtform derselben.

7) Die in der Richtung der Hauptachse wechselnde Struktur der Schale. Die hierdurch entstehenden, besonders in der Anordnung und Größe der Poren differenten Abschnitte sind aufzufassen als ursprünglich voneinander scharf abgesetzte Glieder der Schale, zwischen denen die Transversalstrikturen geschwunden sind. So kommt es häufig vor, daß der aborale Pol sich durch auffallend kleine Poren von den übrigen Teilen der Schale unterscheidet. Diese Stelle ist dann als letzter Rest der in Rückbildung begriffenen Cephalis aufzufassen [1]). (Rep. pl. 62, fig. 6. — pl. 98, fig. 8.)

---

1) Ein aboraler Stachel kann bei im übrigen zweifelhaften Formen drei mögliche Bildungsursachen haben. Erstens kann er in Korrelation zum Pylom als aborale Bestachelung einer Sphaeropylide sekundär entstanden sein. Zweitens kann er der Polstachel einer ehemaligen Stylosphaeride oder Prunoidee sein, deren entgegengesetzter Stachel resp. Stachelbüschel sich in ein Pylom verwandelt hat, und

Formen, welche mit einem oder mehreren dieser Merkmale behaftet sind, sind mit Sicherheit den Nassellarien resp. Cyrtoideen zuzuweisen. Die noch restierenden zweifelhaften Arten lassen sich jedoch ebenfalls mit ziemlicher Sicherheit entweder als Sphaeropyliden oder als Monocyrtiden erkennen. Man sieht dies bei einiger Übung aus ihrem ganzen Habitus, ohne bestimmt definierbare einzelne Merkmale angeben zu können. Bei einem kleinen Teil von Formen, welche sich durch einen sehr indifferenten Charakter auszeichnen, läßt uns jedoch auch diese Beurteilungsmethode im Stich, und muß zur definitiven, sicheren Entscheidung ihrer verwandtschaftlichen Stellung die Untersuchung ihres Weichkörpers abgewartet werden. (Fig. 22, 23, 25, 83, 101. Haeckel, Report, Plate 53, fig. 5, 6.)

Im Laufe unserer Untersuchung haben wir gesehen, daß das Pylom sowohl unabhängig bei den verschiedensten Radiolarienabteilungen, ja sogar Arten auftritt, als es sich auch von verschiedenen Ausgangspunkten aus sekundär am Skelett entwickeln oder primär zugleich mit letzterem sich ausbilden kann. Trotz dieses in vielfacher Weise verschiedenen Ursprungs werden die Pylome einander doch meist zum verwechseln ähnlich, aber nicht nur die verschiedenen Pylome zeigen eine hochgradige Konvergenz, sondern auch die ganzen Schalen nehmen unter dem Einfluß der Pylombildung übereinstimmende Formen an, indem sich bei ihnen die gleichen mit dem Pylom in Korrelation stehenden Erscheinungen geltend machen. Wir haben also in den Pylomen Bildungen kennen gelernt, bei welchen die Analogie eine außerordentlich große Rolle spielt. In der jetzigen, durch Darwin inaugurierten Epoche biologischer Forschung läuft der größte Teil der Untersuchungen in letzter Linie darauf hinaus, den natürlichen verwandtschaftlichen Zusammenhang der Organismen und ihrer einzelnen Teile zu ergründen, und dies geschieht meiner Ansicht nach mit vollem Recht. Wie mir scheint, wird hierbei nur sehr häufig die Bedeutung der Homologie im Verhältnis zur Analogie bedeutend überschätzt und oft werden in ziemlich leichtsinniger Weise Bildungen, welche untereinander morphologisch im ganzen übereinstimmen, für homolog erklärt und als Anhaltspunkte für die Phylogenie verwendet, deren analoge Natur aus einer genaueren Untersuchung hervorgeht. Man strebt häufig darnach, möglichst schnell einen Stammbaum zu

drittens endlich der von dem primären Cortinarskelett ererbte Apikalstachel einer Cyrtoidee. Es leuchtet daher ein, daß er nicht als einziger Anhaltspunkt zur Erkennung der Nassellariennatur einer zweifelhaften Form dienen kann. (Vergl. Fig. 22, 83, 101. Rep. pl. 53. fig. 5, 6.)

konstruieren und betrachtet ohne viel Kritik alle übereinstimmenden Bildungen für homolog. Die Analogie wird als lästiger, die phylogenetischen Untersuchungen hindernder Faktor betrachtet und mehr oder weniger vernachlässigt. Gerade in dieser Beziehung können wir aus unseren Betrachtungen über die Pylombildungen viel lernen, welche uns in einem eklatanten Beispiel die unter Umständen hohe Bedeutung der Analogie klar vor die Augen führen. Wir werden durch sie zu der nötigen Vorsicht in der Beurteilung anscheinend homologer Bildungen ermahnt und daran erinnert, daß zur allmählichen Ergründung des natürlichen Systems die sorgfältige kritische Scheidung von angepaßten und erworbenen Eigenschaften, Analogie und Homologie, Cenogenie und Palingenie das erste Erfordernis ist. Selbst wenn man die analogen Bildungen als lästiges Hindernis der phylogenetischen Forschung betrachtet, darf man sie doch nicht vernachlässigen, im Gegenteil muß man sie auch dann möglichst gründlich zu erkennen suchen, um sie um so sicherer von den homologen Bildungen aus- und unterscheiden zu können, nach dem Prinzip, daß die genaue Kenntnis eines Feindes eines der besten Mittel zu seiner Bekämpfung ist. Es würde jedoch sehr einseitig sein, wenn man der Erforschung der analogen Erscheinungen nur einen derartigen negativen Wert zuerkennen wollte. Im Gegenteil verdienen die analogen Bildungen auch als solche volle Beachtung. Die homologen Bildungen sind zunächst durch den Organismus selber bedingt und auf dieselbe, im Innern des Organismus liegende Vererbungsursache zurückzuführen, die Übereinstimmung der untereinander analogen Bildungen beruht dagegen darauf, daß sie den gleichen in der Außenwelt liegenden Bildungsursachen ihren Ursprung verdanken. Während wir durch die Erforschung der ersteren den inneren genetischen Zusammenhang der Organismen erkennen, erhalten wir durch eine eingehende Untersuchung der letzteren einen Einblick in die höchst interessanten Wechselbeziehungen zwischen Organismus und Außenwelt. Letzteres ist jedenfalls ebenso lohnend wie ersteres, wobei nur, von der Pylombildung ganz abgesehen, beispielsweise an die für unsere Objekte näher in betracht kommenden Verhältnisse der Biokrystallisation, der mechanischen und statischen Zweckmäßigkeit der Hartgebilde etc. erinnert zu werden braucht.

Durch eine solche gleichmäßige und gründliche Untersuchung der homologen sowohl als auch der analogen Erscheinungen läßt sich jedenfalls auch

Form sind in kurze Röhren ausgezogen. Dieselben haben eine solide Wand und laufen in einen langen Zipfel aus.

Fig. 4. Otosphaera auriculata, HAECKEL. Report, pl. 7, fig. 5. Vergr. 300. Das bei dem vorliegenden Individuum in der Einzahl vorhandene Pyloid ist in eine kurze Röhre ausgezogen, welche sich distalwärts in einen langen Zipfel fortsetzt. Im Gegensatz zur vorhergehenden Form erstrecken sich hier die Poren der Schale mit auf die Wand der Röhre.

Fig. 5. Caminosphaera dendrophora, HAECKEL. Report, pl. 7, fig. 1. Vergr. 300. Die Pyloide dieser Form haben die Gestalt von langen, dendritisch verzweigten Röhren mit solider Wandung. Jeder Ast endigt mit einer weit geöffneten Tube mit unregelmäßig ausgefranztem Rande.

Fig. 6. Solenosphaera serpentina, HAECKEL. Report, pl. 7, fig. 7. Vergr. 300. Die Hälfte der Kugelschale mit einem Pyloid von der Form eines langen, gewundenen, einer Serpularöhre ähnlichen Tubus. Die Wand desselben ist, im Gegensatz zur vorhergehenden Form, von Poren durchbohrt.

Fig. 7. Pharyngosphaera stomodaea, HAECKEL. Report, pl. 5, fig. 10. Vergr. 400. Die Hälfte der Schale. Die Letztere setzt sich aus polygonalen Feldern zusammen. In der Mitte eines jeden Feldes befindet sich ein Pyloid, dasselbe hat die Form einer kurzen Röhre mit solider Wandung, welche nach innen in das Lumen der Schale eingestülpt ist.

Fig. 8. Siphonosphaera socialis, HAECKEL. Report, pl. 6, fig. 1. Vergr. 500. Ein einzelnes Individuum der Kolonie, mit Weichkörper, lebend, im optischen Querschnitt dargestellt. Die auf der Kugelschale unregelmäßig verteilten Pyloide sind hurze Röhren mit solider Wand und gleichmäßigem Rande. In der Mitte der Schale liegt die Zentralkapsel, welche zahlreiche kleine Nuclei und eine große zentrale Ölkugel umschließt. Nach außen hin wird die Zentralkapsel von dem Pseudopodienmutterboden oder der Sarkomatrix umgeben. Die von hier ausgehende radiale Sarkodeströmung ist nicht überall gleichmäßig ausgebildet, sondern beschränkt sich der Hauptsache noch auf die Radien der Pyloide, durch welche sie in Form von dichten Pseudopodienbündeln austritt.

Fig. 9. Artiscus nodosus, HAECKEL. Report, pl. 39, fig. 9. Vergr. 400. Eine Anzahl unregelmäßig verteilter Poren ragen, zu Pyloiden umgewandelt, in Form von kurzen Tuben über die Schalenoberfläche empor, ohne jedoch die gewöhnlichen Poren an Größe wesentlich zu übertreffen.

Fig. 10. Phacopyle stomatopora, nov. spec., nov. gen. Vergr. 214. Das Pylom imponiert deutlich als vergrößerte Pore, die ihm direkt anliegenden Poren der Schale sind durch die Ausdehnung desselben verkleinert und zusammengedrängt. Während das Pylom sonst meist an einem spitzen Pole der

Schale liegt, befindet es sich hier an einer langen Seite der scheibenförmigen Schale. Bemerkenswert ist bei der vorliegenden Form noch die eudipleure resp. bilateral-symmetrische Gestalt und die Höckerbildung am aboralen Pole.

Fig. 11. Phormobotrys pentathalamia, HAECKEL. Report, pl. 96, fig. 27. Vergr. 400. Diese Form zeigt ein röhrenförmiges Pyloid. Die Wand des Tubus ist mit Poren besetzt und sein distaler Rand ist in einen Zipfel ausgezogen. Der Habitus dieses Pyloids ist vollkommen übereinstimmend mit dem der entsprechenden Bildungen vieler Collosphaeriden, also etwa Fig. 4 zu vergleichen.

Fig. 12. Lithobotrys orchidea, HAECKEL. Report, pl. 96, fig. 17. Vergr. 500. Die 5 regelmäßig verteilten Pyloidröhren (eine davon auf der Rückseite der Schale, durch dieselbe hindurch schwach sichtbar) haben im Gegensatz zur vorhergehenden Art eine solide Wand und sind daher ein Seitenstück zu den solidwandigen Pyloidröhren der Collosphaeriden.

Fig. 13. Castanidium Moseleyi, HAECKEL. Report, pl. 113, fig. 2. Vergr. 80. Ein Teil der Kugelschale mit dem durch Erweiterung einer Pore entstandenen Pylom. Das Letztere steht noch auf einem sehr primitiven Entwicklungsstadium und ist durch weiter nichts als seine Größe von den Poren der Schale unterschieden. Die Stacheln dieser Form, der Raumersparnis halber abgebrochen gezeichnet, sind in natura 3—4 mal länger.

Fig. 14. Castanissa Challengeri, HAECKEL. Report, pl. 113, fig. 1. Vergr. 100. Ein Teil der Kugelschale mit dem Pylom. Dasselbe ist im Vergleich mit dem der vorhergehenden Castanellide schon sehr hoch ausgebildet; es ist von beträchtlicher Größe, regelmäßig kreisrund und von einer ansehnlichen Stachelkrone umrahmt.

Fig. 15. Haeckeliana goetheana, HAECKEL. Report, pl. 114, fig. 3. Vergr. 300. Ein Segment der Kugelschale mit dem von einer Stachelkrone umrahmten Pylom. Dasselbe ist entstanden aus dem Verschmelzungsprodukt von je einer Pore der 2 ihm anliegenden Porenkränze.

Fig. 16—30. Entwicklung eines Pyloms aus einem Radialstachel.

Fig. 16. Druppatractus xiphias, HAECKEL. Originalzeichnung. Vergr. 214. Beide Polstacheln dieser Form tragen bereits Anzeichen eines Degenerations- resp. Umwandlungsprozesses an sich.

Fig. 17. Xiphatractus Stahlii, nov. spec. Vergr. 170. Der eine Polstachel (am späteren aboralen Pole) ist bis auf eine konische Spitze rückgebildet während der andere (am späteren oralen Pole befindliche) eine unregelmäßige geschrumpfte Gestalt besitzt und allem Anschein nach auf dem Wege der Umwandlung in ein Pylom begriffen ist.

Fig. 18. Xiphatractus umbilicatus, nov. spec. Vergr. 218. Der am später aboralen Pole befindliche Stachel ist bis auf einen Buckel rückgebildet, welcher nabelförmig in die Wand der Schale eingesenkt ist. Der andere Polstachel ist bereits in Auflösung und im Auseinanderweichen seiner Teile begriffen, eine Pylomöffnung fassen dieselben jedoch noch nicht zwischen sich. Es ist diese Art eine sehr interessante Übergangsform.

Tafel VII.

Fig. 19. Prunopyle pyriformis, nov. spec., nov. gen. Vergr. 170. Diese Form ist bereits typisch pylomatisch, schließt sich jedoch noch sehr eng an die vorhergehende an und das Pylom läßt seinen Ursprung aus einem Polstachel noch deutlich erkennen.

Fig. 20. Ellipsoxiphus solidus, nov. spec. Vergr. 220. Beide Polstacheln sind bis auf polare Zuspitzungen der Schale in dieselbe einbezogen.

Fig. 21. Lithapium pyriforme, Haeckel. Report, pl. 14, fig. 9. Vergr. 300. Der aborale Polstachel ist nur noch in Gestalt einer kleinen Spitze vorhanden, während der am später oralen Pole noch ungeteilt ist.

Fig. 22. Lithapium halicapsa, Haeckel. Report, pl. 14, fig. 8. Vergr. 300. Am aboralen Pole ist der Stachel vollständig verschwunden, am später oralen Pol dagegen noch ungeteilt vorhanden.

Fig. 23. Prunopyle monocyrtis, nov. spec., nov. gen. Vergr. 230. Pylomatische Form, welche sich unmittelbar an die vorhergehende Art anschließt. Es zeigt diese Art eine auffallende Konvergenz mit manchen Monocyrtiden.

Fig. 24. Xiphostylus alauda, Haeckel. Report, pl. 14, fig. 15. Vergr. 400. Der aborale Stachel ist noch vorhanden, während der orale schon in Auflösung begriffen ist.

Fig. 25. Prunopyle prunoides, nov. spec., nov. gen. Vergr. 220. Diese und die folgenden 5 Formen haben sämtlich Pylome, welche von einem Polstachel abzuleiten sind.

Fig. 26. Prunopyle Haackei, nov. spec., nov. gen. Vergr. 160.

Fig. 27. Sphaeropyle Kükenthalii, nov. spec., nov. gen. Vergr. 214. Die äußere Schale ist aufgebrochen gezeichnet, um die bei tieferer Tubuseinstellung sichtbare Struktur der inneren Schale besser wiedergeben zu können.

Fig. 28. Sphaeropyle Walteri, nov. spec., nov. gen. Vergr. 290.

Fig. 29. Prunopyle solida, nov. spec., nov. gen. Vergr. 154.

Fig. 30. Stomatosphaera amphistoma, nov. spec., nov. gen. Vergr. 214. Höchstwahrscheinlich hat man sich diese Form so entstanden zu denken, daß sich beide Polstacheln in Pylome umgewandelt haben.

Fig. 31—38. Entwicklung eines Pyloms aus einem Stachelbüschel.

Fig. 31. Cyphinus amphilophus, Haeckel. Report, pl. 39, fig. 14. Vergr. 300. Prunoidee mit starken polaren Stachelbüscheln.

Fig. 32. Peripanicium amphicorona, HAECKEL. Report, pl. 40, fig. 8. Vergr. 300. Ähnliche Form wie die vorhergehende, jedoch statt der polaren Stachelbüschel mit Pylombildungen.

Fig. 33. Lithomespilus phloginus, HAECKEL. Report, pl. 14, fig. 16. Vergr. 600. Am aboralen Pol befindet sich ein Stachel, während der Pol, an welchem sich später eventuell ein Pylom ausbildet, ein starkes Stachelbüschel trägt.

Fig. 34. Prunopyle Burbachii, nov. spec., nov. gen. Vergr. 214. Die Pylome dieser und der folgenden 4 Formen leiten sich wahrscheinlich von polaren Stachelbüscheln her.

Fig. 35. Prunopyle craticulata, nov. spec., nov. gen. Vergr. 160. Das Pylom ist von einer dünnen Kiesellamelle umrahmt, welche sich zwischen 4 Randstacheln ausspannt.

Tafel VIII.

Fig. 36. Prunopyle Waltheri, nov. spec., nov. gen. Vergr. 160.

Fig. 37. Prunopyle Semoni, nov. spec., nov. gen. Vergr. 160.

Fig. 38. Prunopyle petrosa, nov. spec., nov. gen. Verg. 160. Diese Form ist durch die große Dicke der Schale und die am Pylom befindlichen, außerordentlich mächtig entwickelten, bizarren Felsbildungen ausgezeichnet. Außerdem ist noch besonders bemerkenswert die flachgedrückte Form der Schale.

Fig. 39. Sphaeropyle mespilus, nov. spec., nov. gen. Vergr. 435 Es sprechen gleich viel Gründe dafür, das Pylom dieser und der folgenden Form aus einem Stachelbüschel oder aus einem Polstachel abzuleiten. Es muß diese Frage daher hier vollkommen unentschieden gelassen werden, wie ja auch die diesbezügliche Entscheidung bei manchen der im vorstehenden aufgeführten Formen mehr oder weniger unsicher ist.

Fig. 40. Sphaeropyle ovulum, nov. spec., nov. gen. Vergr. 435.

Fig. 41—51. Ein Radialstachel mit basalem Porenkranz als pylogene Bildung.

Fig. 41. Acrosphaera inflata, HAECKEL. Report, pl. 5, fig. 7. Vergr. 300. Schale einer Collosphaeride, bedeckt mit Radialstacheln, welche an ihrer Basis von vergrößerten Schalenporen umgeben sind.

Fig. 42. Acrosphaera collina, HAECKEL. Report, pl. 8, fig. 2. Vergr. 300. Ein Teil der Kugelschale mit Pylombildungen, welche schwankende Zwischenformen repräsentieren zwischen Schalenausstülpung, durch Erweiterung einer Pore entstandenem Pyloid und Radialstachel mit basalem Porenkranz.

Fig. 43. Dorataspis micropora, HAECKEL. Report, pl. 138, fig. 3. Vergr. 300. Skelett einer Acantharie, um die großen, an

Fig. 18. Xiphatract
später aboral
rückgebildet,
gesenkt ist.
und im Ausei
lomöffnung fa
sich. Es ist d

Fig. 19. Prunopyle py
Form ist bereits
sehr eng an die
Ursprung aus
Fig. 20. Ellipsoxiphus
stacheln sind bis
selbe einbezogen
Fig. 21. Lithapium pyr
Vergr. 300. Der
stalt einer klein
oralen Pole noch
Fig. 22. Lithapium hali
Vergr. 300. Am
verschwunden, a
teilt vorhanden.
Fig. 23. Prunopyle mono
Pylomatische For
hergehende Art
fallende Konverg
Fig. 24. Xiphostylus ala
Vergr. 400. Der al
der orale schon in
Fig. 25. Prunopyle prun
Diese und die fol
welche von einem
Fig. 26. Prunopyle Haacl
Fig. 27. Sphaeropyle Kül
Die äußere Schale
tiefere Tubuseins
Schale besser wie
Fig. 28. Sphaeropyle Wa
Fig. 29. Prunopyle solida
Fig. 30. Stomatosphaera
Höchstwahrscheinl
zu denken, daß
wandelt haben.

Fig. 31—38. Entwic
St

Fig. 31. Cyphinus amphi
Vergr. 300. Prun

... gleich ... ausgezeichnet. ... sind 4 nur teilweise ... der Basis abgebrochen gezeichnet.

Tafel IX.

... icosahedra Haeckel. Report pl. 117. fig. 1. ... Die polyedrische icosahedrische Schale ... In jeder Ecke des Icosaheders befindet sich ... mit basalem Porenkranz ... in der Mitte ... Felder der Schale das aus einem ...

ylom. Die Stacheln sind der Raumersparnis wegen abgebrochen gezeichnet, in natura sind sie gut noch einmal so lang und tragen an ihrem distalen Ende ein Büschel von Stachelspitzen.

Tuscarora Wyvillei, HAECKEL. Report, pl. 100, fig. 3. ergr. 30. Die Schale einer mit 6 Stacheln versehenen uscaroride (Phäodarie), die Stacheln sind in Wirklichkeit ur lang, auf der Abbildung ist nur ein Teil derselben rgestellt. Die vorliegende Form hat man sich hervorgangen zu denken aus einer 6stacheligen Circoporide. rch den Einfluß des Pyloms hat die Schale eine ausget monaxone (ovale) Form angenommen und auch die Ratacheln haben sich symmetrisch zur Hauptachse orientiert. haben eine circumpolare Stellung eingenommen und umstehen 3 derselben das Pylom, 3 den aboralen Pol.

). Das Pylom entsteht durch Auflösung eines Teiles der Gitterschale.

aeropyle heteropora, nov. spec., nov. gen. Vergr. 214. in der Mitte der dem Beschauer zugekehrten, sicht-Hemisphäre der äußeren Gitterkugel dieser Form besich ein noch in Bildung begriffenes Pylom. Der nde Teil der Gitterschale ist in Auflösung begriffen, t sich schon ein Kranz von verstärkten Randstacheln ildet. Die letzteren erscheinen, weil sie nach oben t sind, natürlich bedeutend optisch verkürzt.

ropyle Haeckelii, nov. spec., nov. gen. Vergr. 152. lom dieser und der folgenden 17 Formen (Fig. 70 at man sich durch Auflösung eines Teiles der Schale len zu denken.

opyle Langii, nov. spec., nov. gen. Vergr. 218. Die t. Schale sind aufgebrochen gezeichnet.

opyle Weissenbornii, nov. spec., nov. gen. Vergr. ie 3. Schale ist aufgebrochen gezeichnet.

todiscus Murrayi, nov. spec. Vergr. 435.

todiscus amphiacanthus, nov. spec. Vergr. 320. Bei Form ist die aborale Bestachelung besonders bewert.

todiscus variabilis, nov. spec. Vergr. 435.

todiscus bathybius, nov. spec. Vergr. 320.

todiscus spiralis, nov. spec. Vergr. 435.

todiscus ellipticus, nov. spec. Vergr. 218.

todiscus irregularis, nov. spec. Vergr. 290.

Tafel X.

todiscus spiralis, nov. spec. Vergr. 290. Mit 2 r gegenüberliegenden, polständigen Pylomen.

opyle circularis, nov. spec., nov. gen. Vergr. 160. owohl als auch die 3 folgenden Formen sind inner-

der Basis der Radialstacheln liegenden Poren (Aspinalporen, Haeckel) im Gegensatz zu den kleinen übrigen Poren der Schale (Coronalporen, Haeckel) zu zeigen.

Fig. 44. Coscinaspis parmipora, Haeckel. Report, pl. 137, fig. 9. Vergr. 400. Die Hälfte der Schale einer Acantharie, bei welcher die Radialstacheln in Rückbildung begriffen sind. Dieselben sind ebenso lang wie der Radius der Kugelschale und reichen gerade noch an die Wand derselben heran. Hier befinden sich neben dem distalen Ende eines jeden Stachels je 2 große Aspinalporen.

Fig. 45. Sphaerocapsa cruciata, Haeckel. Report, pl. 135, fig. 6. Vergr. 150. Die Hälfte einer Acantharienschale (Sphärocapside), bei welcher die Radialbalken ebenfalls nur noch gerade bis an die Kugelschale heranreichen.

Fig. 46. Cannocapsa stethoscopium, Haeckel. Report, pl. 133, fig. 8. Vergr. 300. Die Hälfte der Kugelschale einer Sphaerocapside. Bei derselben sind die Radialbalken noch weiter rückgebildet wie bei der vorhergehenden Form. Sie sind kürzer wie der Radius der Schale und aus derselben zurückgezogen. Hierdurch sind in der Kugelschale an den früheren Durchschnittsstellen der Radialbalken einheitliche Pyloide entstanden. Bei der vorliegenden Art sind die Letzteren noch durch merkwürdige Röhrenaufsätze ausgezeichnet.

Fig. 47. Diplocolpus cristatus, Haeckel. Report, pl. 140, fig. 6. Vergr. 400. Acantharie (Diploconide) mit 2 polständigen, einem Porenkranz mit zentralem Radialstachel analogen Pylombildungen.

Fig. 48. Circostephanus coronarius, Haeckel. Report, pl. 116. fig. 3. Vergr. 150. Segment der polyhedrischen Schale einer Circoporide (Phäodarie). An einer Polyhederecke befindet sich anstatt eines Porenkranzes mit zentralem Radialstachel das aus einem solchen hervorgegangene Pylom.

Fig. 49. Circospathis furcata, Haeckel. Report, pl. 115, fig. 4. Vergr. 100. Die kugelrunde Schale einer Circoporide (Phaeodarie) mit dem aus einem der Radialstacheln mit basalem Porenkranze hervorgegangenen Pylom. Die Radialstacheln dieser Form sind alle gleich gebaut, der Raumersparnis halber ist nur einer ausgezeichnet. Von den sichtbaren 6 übrigen Stacheln sind 4 nur teilweise dargestellt und 2 gleich an der Basis abgebrochen gezeichnet.

Tafel IX.

Fig. 50. Circogonia icosahedra, Haeckel. Report, pl. 117, fig. 1. Vergr. 80. Die polyhedrische (icosahedrische) Schale einer Circoporide. An jeder Ecke des Icosaheders befindet sich ein Radialstachel mit basalem Porenkranz, in der Mitte eines Feldes der Schale das aus einem solchen entstandene

Pylom. Die Stacheln sind der Raumersparnis wegen abgebrochen gezeichnet, in natura sind sie gut noch einmal so lang und tragen an ihrem distalen Ende ein Büschel von 6 Stachelspitzen.

Fig. 51. Tuscarora Wyvillei, HAECKEL. Report, pl. 100, fig. 3. Vergr. 30. Die Schale einer mit 6 Stacheln versehenen Tuscaroride (Phäodarie), die Stacheln sind in Wirklichkeit sehr lang, auf der Abbildung ist nur ein Teil derselben dargestellt. Die vorliegende Form hat man sich hervorgegangen zu denken aus einer 6 stacheligen Circoporide. Durch den Einfluß des Pyloms hat die Schale eine ausgeprägt monaxone (ovale) Form angenommen und auch die Radialstacheln haben sich symmetrisch zur Hauptachse orientiert. Sie haben eine circumpolare Stellung eingenommen und zwar umstehen 3 derselben das Pylom, 3 den aboralen Pol.

Fig. 52—70. Das Pylom entsteht durch Auflösung eines Teiles der Gitterschale.

Fig. 52. Sphaeropyle heteropora, nov. spec., nov. gen. Vergr. 214. Etwa in der Mitte der dem Beschauer zugekehrten, sichtbaren Hemisphäre der äußeren Gitterkugel dieser Form befindet sich ein noch in Bildung begriffenes Pylom. Der betreffende Teil der Gitterschale ist in Auflösung begriffen, auch hat sich schon ein Kranz von verstärkten Randstacheln ausgebildet. Die letzteren erscheinen, weil sie nach oben gerichtet sind, natürlich bedeutend optisch verkürzt.

Fig. 53. Sphaeropyle Haeckelii, nov. spec., nov. gen. Vergr. 152. Das Pylom dieser und der folgenden 17 Formen (Fig. 70 incl.) hat man sich durch Auflösung eines Teiles der Schale entstanden zu denken.

Fig. 54. Sphaeropyle Langii, nov. spec., nov. gen. Vergr. 218. Die 3. und 4. Schale sind aufgebrochen gezeichnet.

Fig. 55. Sphaeropyle Weissenbornii, nov. spec., nov. gen. Vergr. 115. Die 3. Schale ist aufgebrochen gezeichnet.

Fig. 56. Ommatodiscus Murrayi, nov. spec. Vergr. 435.

Fig. 57. Ommatodiscus amphiacanthus, nov. spec. Vergr. 320. Bei dieser Form ist die aborale Bestachelung besonders bemerkenswert.

Fig. 58. Ommatodiscus variabilis, nov. spec. Vergr. 435.

Fig. 59. Ommatodiscus bathybius, nov. spec. Vergr. 320.

Fig. 60. Ommatodiscus spiralis, nov. spec. Vergr. 435.

Fig. 61. Ommatodiscus ellipticus, nov. spec. Vergr. 218.

Fig. 62. Ommatodiscus irregularis, nov. spec. Vergr. 290.

Tafel X.

Fig. 63. Stomatodiscus spiralis, nov. spec. Vergr. 290. Mit 2 einander gegenüberliegenden, polständigen Pylomen.

Fig. 64. Spongopyle circularis, nov. spec., nov. gen. Vergr. 160. Diese sowohl als auch die 3 folgenden Formen sind inner-

lich spongiös. Erst sekundär hat sich, in Korrelation zur Pylombildung, nach außen ein vollständig glatter Abschluß in Form einer einheitlichen, mit relativ kleinen Poren versehenen Siebplatte, ausgebildet.

Fig. 65. Spongopyle ovata, nov. spec., nov. gen. Vergr. 160.

Fig. 66. Spongopyle elliptica, nov. spec., nov. gen. Vergr. 218.

Fig. 67. Spongopyle variabilis, nov. spec., nov. gen. Vergr. 160.

Fig. 68. Spongopyle Stöhrii, nov. spec., nov. gen. Vergr. 230. Der äußere Abschluß der vorliegenden Form ist noch nicht so gleichmäßig wie bei den vorhergehenden 4 Arten und steht dem spongiösen Habitus noch ziemlich nahe, auch ist er noch nicht so dicht und läßt daher das spongiöse Balkengeflecht des Innern noch sehr deutlich hindurchsehen. Es nimmt daher diese Form eine interessante Mittelstellung ein zwischen den 4 vorhergehenden Arten und der folgenden, auch nach außen vollständig spongiösen Spongopyle aspera.

Fig. 69. Spongopyle aspera, nov. spec., nov. gen. Vergr. 435. Diese Form ist durchweg, auch an der Oberfläche, typisch spongiös und besteht aus einem regellosen Geflecht von dünnen Kieselbalken.

Fig. 70. Larcopyle Bütschlii, nov. spec., nov. gen. Vergr. 435. Um den sehr komplizierten Bau der vorliegenden Form deutlich zur Darstellung bringen zu können, ist der äußere kleinmaschige Schalenmantel auf der Vorderseite fast ganz (bis auf ein kleines Stück rechts vom Pylom) und auf der Hinterseite in der Mitte aufgebrochen gezeichnet. Ebenso sind von dem inneren, groben, spiraligen Balkengerüst die vordersten Partieen entfernt, um die zentrale, Larnacillaförmige Markschale zu zeigen.

Fig. 71—74. Schalenausstülpungen und Siphonen als pylogene Bildungen.

Fig. 71. Conosphaera orthoconus, Haeckel. Report, pl. 12, fig. 2. Vergr. 200. Die Hälfte der Kugelschale, um die zahlreichen dieselbe bedeckenden Ausstülpungen der Schale zu zeigen.

Fig. 72. Pipetta tuba, Haeckel. Report, pl. 39, fig. 7. Vergr. 300. Die Hälfte der kugeligen Schale mit einem der beiden polaren Röhrenaufsätze.

Fig. 73. Jugendstadium einer ähnlichen Prunoidee wie die vorhergehende, bei welcher jedoch die beiden Tuben an den Polen noch nicht zur Entwicklung gekommen sind. Dasselbe ist ganz analog gebaut einer an beiden Polen mit einem Pylom versehenen Sphaeroidee (Stomatosphaera) und einer solchen zum Verwechseln ähnlich. — Vergr. 152.

Fig. 74. Cannartidium mastophorum, Haeckel. Report, pl. 39, fig. 17. Vergr. 150. Prunoidee mit seitlichen Ausstülpungen der Schale, bei welcher die polaren Aufsätze eine schwankende Mittelstellung einnehmen zwischen Siphonen und Schalenausstülpungen.

Fig. 75. Prunopyle antarctica, nov. spec., nov. gen. Vergr. 218. Die kleinen Poren der äußeren (4.) Schale liegen in Gruppen beisammen, welche mit den großen Poren der unmittelbar darunter liegenden 3. Schale korrespondieren. Der aborale Pol ist durch ein dichtes Nest von Stacheln ausgezeichnet. Bei dieser und der folgenden Form bieten sich keine Anhaltspunkte, um die Art der Entstehung ihrer Pylome mit einiger Sicherheit beurteilen zu können.

Fig. 76. Stomatosphaera dinoceras, nov. spec., nov. gen. Vergr. 115. Die Stacheln in der Umgebung der beiden Pylome (besonders des größeren unteren) sind durch riesige Dimensionen ausgezeichnet. Die vorliegende Art ist überhaupt von ziemlich ansehnlicher Größe und nur der Raumersparnis halber in kleinem Maßstabe wiedergegeben.

Fig. 77—84. Verschiedene Typen der Rückbildung des primären Pyloms der Nassellarien.

Fig. 77. Archicorys porostoma, nov. spec. Vergr. 290. Das Pylom ist bis auf eine Pore reduziert, welche sich durch ihre Größe nur wenig von den gewöhnlichen Poren der Schale unterscheidet.

Fig. 78. Artocapsa fusiformis, Haeckel. Report, pl. 76, fig. 5. Vergr. 400. Das Pylom ist zu einem Polstachel rückgebildet.

Fig. 79. Tiarospyris amphora, Haeckel. Report, pl. 87, fig. 8. Vergr. 400. An die Stelle des Pyloms ist ein dichtes Stachelbüschel getreten.

Tafel XI.

Fig. 80. Theocapsa Lamarckii, Haeckel. Report, pl. 66, fig. 16. Vergr. 400. Die Stelle des früheren Pyloms ist durch ein Gitterwerk verschlossen, welches aber noch viel größere Poren besitzt wie die übrige Schalenwand. Ein Seitenstück zu Sphaeropyle heteropora (Fig. 52), jedoch ist hier der Entwicklungsgang gerade umgekehrt.

Fig. 81. Lithochytris galeata, Haeckel. Report, pl. 67, fig. 16. Vergr. 400. Das Pylom ist vollständig geschlossen, an die Stelle der 3 Basalstrahlen sind 3 Schalenausstülpungen getreten.

Fig. 82. Theosyringium tibia, Haeckel. Report, pl. 68, fig. 4. Vergr. 300. Das Pylom ist zu einem langen Sipho rückgebildet.

Fig. 83. Halicapsa trigloehin, Haeckel. Report, pl. 53, fig. 3. Vergr. 200. Das Pylom dieser Form ist spurlos verschwunden und die Schale findet an dem früher oralen Pole einen gleichmäßigen runden Abschluß.

Fig. 84. Tricolocapsa Decandollei, Haeckel. Report, pl. 66, fig. 4. Vergr. 300. Nicht nur das Pylom, sondern auch Apikal-

und Basalstrahlen (resp. -stacheln) sind spurlos verschwunden. Die Poren sind regelmäßig spiralig angeordnet.

Fig. 85. Anomalina polymorpha, COSTA. BRADY, Report, pl. 97, fig. 3. Vergr. 35—45. Eine Thalamophore, bei welcher trotz des spiralen Wachstums der Schale ein bestimmter aboraler Pol durch einen dem Pylom genau gegenüberliegenden apikalen Höcker markiert ist.

Fig. 86. Coronosphaera amphistoma, nov. spec. Vergr. 214. Während bei den meisten Collosphaeriden die Pylombildungen in variabler Anzahl und regelloser Verteilung vorhanden sind und demnach noch auf der Stufe der Pyloide stehen, sind bei dieser Art konstant 2 Pylombildungen vorhanden, welche sich an den beiden Polen der Schale gegenüberstehen. Dieselben sind demnach hier nicht mehr als Pyloide, sondern als Pylome anzusprechen.

Fig. 87. Campascus cornutus, LEIDY, Fresh-water Rhizopods, pl. 34, fig. 21. Vergr. 250. Agglutinierender Rhizopode von eudipleurer (bilateral-symmetrischer) Grundform.

Fig. 88. Difflugia corona, WALL. BLOCHMANN, Mikroskopische Tierwelt des Süßwassers, Taf. 1, Fig. 23. Vergr. 100. Difflugiaart von typisch monaxoner Grundform. Der aborale resp. apikale Pol der Schale ist von 4 regelmäßig verteilten Hörnern umstellt.

Fig. 89. Difflugia marsupiformis, WALL. BÜTSCHLI, Protozoa, Taf. 3, Fig. 2. Difflugiaart von eudipleurer (bilateral-symmetrischer) Grundform.

Fig. 90. Difflugia (Lecqueureusia) spiralis, LECL. BÜTSCHLI, Protozoa, Taf. 3, Fig. 9. Difflugiaart mit beginnendem spiralen Wachstum der Schale.

Fig. 91. Varietät, wahrscheinlich von Spongopyle circularis, mit sehr großem Pylom und von eudipleurer (bilateral-symmetrischer) Grundform. In der Struktur der Schale stimmt diese und die folgende Form vollständig mit Spongopyle circularis überein, deshalb und weil bei beiden Formen nur die Gesamtform der Schale bemerkenswert ist, ist bei beiden nur der äußere Umriß der Schale dargestellt.

Fig. 92. Varietät von Spongopyle circularis mit großem Pylom und verkürzter Hauptachse. In die Konturen von Fig. 91 eingezeichnet.

Fig. 93. Challengeron Buchanani, HAECKEL. Report, pl. 99, fig. 12. Vergr. 300. Challengeride mit stark entwickeltem Stachelbüschel am aboralen Pol und einem einseitig vorhandenen Randgebilde am Pylom, wodurch die Schale ein bilaterales Gepräge erhält.

Fig. 94. Thurammina papillata, Brady, Report, pl. 36, fig. 12. Vergr. 50. Eine agglutinierende Thalamophore mit konzentrischem Wachstum der Schale. Die äußere (Rinden-)

Schale ist aufgebrochen und zeigt in ihrem Innern eine zentrale Markschale (primordial chamber, Brady), welche durch einige Radialbalken mit der ersteren in Verbindung steht.

Fig. 95. Orbulinella smaragdea, Entz. Bütschli, Protozoa, Taf. 4, Fig. 4. Die Schale dieses Rhizopoden besitzt kein Pylom, sondern ist von einer großen Anzahl gleich großer, gleichmäßig verteilter Poren durchbohrt, durch welche die Pseudopodien allseitig ausstrahlen. In der Mitte der Schale ist der Zellkern sichtbar.

Fig. 96. Cochliopodium bilimbosum, Leidy, Fresh-water Rhizopods, pl. 32, fig. 5. Die dorsale Seite dieses Rhizopoden ist von einer glockenförmigen Schale bedeckt. Letztere ist nach unten weit geöffnet und strahlen von hier die Pseudopodien aus. An der dorsalen Seite, dicht unter der Schale, liegt der große Zellkern.

Fig. 97. Spongopyle setosa, nov. spec., nov. gen. Vergr. 115. Individuum, welches nur eine ganz schwache Anlage eines Pyloms besitzt und eine Zwischenform repräsentiert zwischen dem vollständig pylomlosen Spongotrochus antarcticus und der typischen Spongopyle setosa. Die Anlage des Pyloms besteht in einer kleinen Einkerbung der Schale. Von dieser aus führen nach dem dunkleren Zentrum der Scheibe einige stärkere Radialbalken, welche eine hellere Radialstraße zwischen sich fassen. Diese Radialbalken setzen sich distalwärts in die Randstacheln des Pyloms fort. Die letzteren zeichnen sich in manchen Fällen, wie bei dem abgebildeten Individuum, vor den übrigen Stacheln der Scheibe durch größere Länge aus, oft sind sie aber auch von denselben durch nichts unterschieden, so daß sich dann die Pylomanlage nur in der hellen Radialstraße und der kleinen Randeinkerbung zu erkennen giebt.

Fig. 98. Spongopyle setosa, nov. spec., nov. gen. Vergr. 115. Orales Segment eines Individuums mit einem typisch ausgebildeten, sehr großen Pylom. Im übrigen stimmt diese Form mit der vorhergehenden überein.

Fig. 99. Spongopyle osculosa, nov. spec., nov. gen. Vergr. 152. Jugendstadium, bei welchem sich der äußere glatte siebplattenartige Abschluß noch nicht gebildet hat.

Fig. 100. Spongopyle osculosa, nov. spec., nov. gen. Vergr. 152. Ausgewachsenes Individuum, bei welchem sich der äußere glatte Siebplattenabschluß gebildet hat. Das bei der Jugendform an der Stelle des Pyloms hervortretende Bündel von Radialbalken ist hier zur Hälfte seiner Länge von dem glatten Schalenmantel eingeschlossen und so mit in die Scheibe einbezogen worden, es markiert sich hier als eine helle Radialstraße, welche jedoch kürzer und unscheinbarer ist wie bei Spongopyle setosa, oft ist sie sogar ganz unsichtbar. Die distalen Enden des Radialbalkenbündels sehen

als Randbestachelung aus der in dem einheitlichen Schalenmantel befindlichen Pylomöffnung hervor.

Fig. 101. Archicorys microstoma, HAECKEL. Report, pl. 51, fig. 12. Vergr. 400.

Fig. 102. Cyrtophormis tabulata, HAECKEL. Report, pl. 79, fig. 2. Vergr. 400. Die Poren dieser Cyrtoidee sind in regelmäßigen Längs- und Querreihen angeordnet, sowohl der Apikal- und die Basalstrahlen, als auch die Längsgliederung der Schale sind vollständig rückgebildet.

Fig. 103. Tripterocalpis ogmoptera, HAECKEL. Report, pl. 51, fig. 3. Vergr. 300. Einer der 3 Basalstacheln befindet sich auf der hinteren Seite der Schale.

Corrigenda.

Seite 119, Zeile 7 von unten statt „Stylotrochus" lies „Spongotrochus".

Seite 157, Zeile 16 von oben statt „aboralen" lies „oralen".

Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena. — 509

Die Erscheinungen der Vererbung bei einem Kreuzungsprodukte zweier Varietäten von Hordeum sativum.

Von

G. Liebscher,

Professor der Landwirtschaft a. d. Univ. Jena.

Im Jahre 1885 gelang es dem um die Erforschung der Befruchtungsverhältnisse unserer Getreidearten so hochverdienten Herrn Amtsrat W. RIMPAU in Schlanstedt einige kastrierte Ähren von Hordeum Steudelii KCKE. mit Pollen von Hordeum trifurcatum SCHL. zu befruchten und im folgenden Jahre eine größere Anzahl Ähren des Kreuzungsproduktes zu erhalten. Er hatte die Güte, mich durch Zusendung einiger derselben zu grossem Danke zu verpflichten, so daß ich bei dem Nachbau derselben die folgenden Beobachtungen machen konnte.

Auch WITTMACK erhielt einige Ähren des Bastardes und veröffentlichte eine Beschreibung und Abbildungen derselben in der Deutschen landwirtschaftlichen Presse, Jahrgang 1887, No. 25, wobei er ihnen den Namen Hordeum vulgare Rimpaui (WITTMACK) gab. Hier sei nur kurz auf die hauptsächlichsten Eigentümlichkeiten der Eltern und des Bastardes hingewiesen.

	H. Steudelii ♀	H. trifurcatum ♂	Bastard
Allgemeiner Habitus:	2-zeilige G. mit verkümmerten Seitenährchen	4-zeilige G., also mit fruchtbaren Seitenährchen	2-zeilige G. mit entwickelten, aber unfruchtbaren Seitenährchen
Begrannung:	Grannen G.	Löffel-G. mit sitzenden Löffeln	Löffel-G. mit gestielten Löffeln
Farbe:	schwarz	weifs	Spelzen der Hauptährchen schwarz „ „ Seitenährchen weifs, Löffel schwarz und weifs
Beschalung:	Körner mit den Spelzen verwachsen	Körner nackt	Körner halbnackt, d. h. nur stellenweis mit den Spelzen verwachsen

Die Eltern sind also möglichst verschiedenartig und trotzdem, oder vielleicht gerade deswegen, zeigt der Bastard nicht nur eine auffallende Gleichartigkeit aller Ähren, sondern auch in so vorzüglicher Weise das Mittel zwischen den Eigenschaften der Eltern, wie dies nur überhaupt denkbar ist.

1887 säete ich die Körner von drei meiner Ähren auf einem kleinen Beete des landwirtschaftlichen Gartens aus und erhielt, trotzdem nur reichlich die Hälfte der Körner aufgingen, doch 56 Pflanzen, die sowohl in ihren physiologischen Eigenschaften, z. B. in der Zeit des Schossens der Blüte und der Reife, als auch in ihren morphologischen Verhältnissen ein außerordentlich verschiedenartiges Verhalten aufwiesen. So reiften beispielsweise einzelne Pflanzen schon zu Anfang August, während eine zu Anfang Oktober in einen Topf verpflanzt werden mußte und Anfangs November endlich einige Ähren reifen ließ. Ebenso bedeutend waren die Formverschiedenheiten, denn es waren nahezu alle Kombinationen der elterlichen Eigenschaften vertreten. Herr Amtsrat Rimpau hatte die typischsten Formen aus der von ihm in gleicher Weise erhaltenen Nachzucht auf der diesjährigen Ausstellung der Deutschen Landwirtschaftsgesellschaft in Breslau zur Ansicht ausgestellt und riefen dieselben allgemeines Interesse wach, es waren folgende 16 Formen:

Löffelgerste								Grannengerste							
schwarz				weifs				schwarz				weifs			
2-zeilig		4-zeilig		2-zeilig		4-zeilig		2-zeilig		4-zeilig		2-zeilig		4-zeilig	
beschalt	nackt	beschalt	nackt	beschalt	nackt	beschalt	nackt	beschalt	nackt	beschalt	nackt	beschalt	nackt	beschalt	nackt
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16

Ich erhielt infolge der geringeren benutzten Saatgutmenge auf meinem Beete nicht alle diese Typen, aber doch die meisten derselben und daneben noch manche Abnormitäten und Übergangsformen, so daß ich im stande war, von 19 verschiedenartigen Formen je eine Ähre zum Vergleiche aufzubewahren und eine oder zwei andere möglichst gleichartige im Garten der Lehranstalt für Landwirte zu Jena auf ein und demselben Beete, aber doch die Körner jeder Ähre getrennt, auszusäen. Zur Zeit der Saat war wegen ungünstiger Witterung der zähe Thonboden des Gartens nicht so normal zurecht zu machen, als es wünschenswert schien, und mag hierauf und vielleicht auch auf Keimungsunfähigkeit vieler Samen

ein lückenhafter Stand zurückzuführen sein, der die Stärke des Schossens natürlich beeinflußte. Jedenfalls kann ich deshalb auf die beobachteten Verschiedenheiten in der zeitlicheu Entwicklung und in der Ergiebigkeit der einzelnen Formen keinen Wert legen und beschränke mich darauf, im Nachfolgenden aus den diesjährigen Beobachtungen nur dasjenige mitzuteilen, was, wie ich glaube, ein allgemeines Interesse besitzt. Wie sich die Variation bei jeder einzelnen meiner 19 Typen der 2. Generation gestaltet hat, übergehe ich deshalb mit der Bemerkung, daß nur einzelne sich darauf beschränkten, 2 oder 3 ähnliche Formen zu liefern, daß dagegen die Mehrzahl 4—12 verschiedene Formen gab. Wichtiger ist die Variation an den einzelnen Teilen der Ähren, sowie im Habitus derselben.

Die Spindel.

In der ersten, von Rimpau gezogenen, Bastard-Generation war die Spindel von der für die Elterformen charakteristischen und bei beiden ungefähr gleichen Brüchigkeit resp. Zähigkeit, die nicht geringer ist als bei den bekannteren Formen der Saatgerste. 1887 fielen mir jedoch einige Ähren, namentlich von der schwarzen, 2-zeiligen bespelzten Löffelgerste durch die größere Brüchigkeit der Spindel auf. Die Nachzucht einer solchen Ähre brachte in diesem Jahre (1888) im ganzen 65 Ähren, von denen 54 diese Eigenschaft geerbt hatten. Daneben fanden sich aber auch in der Nachzucht anderer Formen vereinzelte oder größere Mengen von Ähren, die schon bei ganz geringem Drucke an ein Korn in derselben Weise auseinanderbrechen, wie der Spelz oder wie die in Asien wild wachsende Gerste, H. spontaneum (Koch). Wie bei diesen sitzen dagegen die Scheinfrüchte ziemlich fest an ihrem Spindelgliede, so daß beim Ausreiben der Ähren nur Veesen, nicht aber einzelne Körner zu erhalten sind.

Etwas derartiges findet sich weder bei den Elterpflanzen noch bei einer anderen Kulturform der Gerste und muß wohl als Rückschlag auf eine Stammform mit brüchiger Spindel, als atavistische Erscheinung, gedeutet werden.

Die Verschiedenheiten in dem Aussehen der Grannen

waren nur unbedeutend, jedoch erinnert manche Granne durch ihre Stärke an H. spontaneum, im allgemeinen sind die Grannen sehr lang entwickelt.

Variationen in der Gestalt der Löffel.

Die Löffel des als Vaterpflanze verwendeten Hordeum trifurcatum beschreibt KÖRNICKE (Arten und Varietäten des Getreides, p. 170), wie folgt. „Die äußeren Spelzen mit rinnenförmig-kapuzenartig erweiterter, aufrechter oder etwas nach außen zurückgekrümmter Spitze, ohne eigentliche Grannen, aber mit einwärts gebogenem, schmalem, krautigem Aufsatz; die Kapuze an beiden Seiten ihrer Basis mit einem dreiseitigen, flachen, spitzen oder zugespitzten, derben oder bis 2 cm grannenartig verlängerten Lappen . . ."

Bei unseren Kreuzungsprodukten finden sich dieser Beschreibung entsprechende Ähren von weißer, schwarzer oder Mischfarbe, und auch zahlreiche Ähren mit dunkeln Spelzen und hellbräunlichen, gelben oder weißen Löffeln, und alles dies sowohl in *zwei*zeiliger oder in vierzeiliger Form und mit nackten oder mit beschalten Früchten.

Außer diesen normalen, sitzenden Löffeln kommen aber auch viele mehr oder weniger (bis zu $2^1/_2$ cm) lang gestielte Löffel vor, und erscheint es durchgehends als Regel, daß die 2-zeiligen Formen die Neigung zur Entwicklung langer Löffelstiele stärker ausgeprägt zeigen als die 4-zeiligen, deren Löffelstiele nur wenig über 1 cm lang werden. Fast niemals bei sitzenden, selten bei relativ kurzgestielten, sehr häufig bei langgestielten Löffeln, fanden sich mehr oder weniger entwickelte Blüten in den Kapuzen, von denen sich eine sogar zu einem kleinen nackten Korne entwickelte.

Bei den relativ langgestielten Löffeln ist außerdem nicht selten die Spitze der Kapuze mit einer haarförmigen, feinen, geschlängelten Granne versehen, wie KÖRNICKE dieselbe bei H. Horsfordianum WITTMACK erwähnt. Man könnte hierin vielleicht einen Übergang zur Grannenbildung erblicken, der aber auch unverkennbar in einer anderen Form auftritt. Diese ist dadurch charakterisiert, daß die Kapuzen und ihre seitlichen Ausläufer bei langgestielter Löffelgerste zu feinen, oft pfeilförmigen Spitzen reduziert werden und an einzelnen Ährchen schließlich ganz verschwinden, so daß diese dann eine relativ kurze, dicke Granne statt des gestielten Löffels tragen. Bemerkenswert erscheint es mir, daß bis jetzt alle derartigen Mittelformen zwischen Grannen- und Löffel-Gerste immer deutlich den Habitus der letzteren aufweisen.

Vererbungstreue der Löffel und Grannen.

An dieser Stelle sei erwähnt, daß überall in der 3. Generation, die aus Löffelg.-Saatgut abstammte, vereinzelte Pflanzen mit Grannen gefunden wurden, daß aber da wo Granneng. ausgesäet war, bei mir gar keine Löffelgerste, bei Herrn Amtsrat RIMPAU nur eine oder zwei Pflanzen mit Löffeln unter Tausenden begrannter Pflanzen zu finden waren. Man darf deshalb wohl sagen: es zeigen sich an Löffelgersten-Ähren Rückschläge auf die begrannte Form, nicht aber umgekehrt, die Grannengerste muß deshalb die ältere von beiden Formen sein.

Ubergänge in der Farbe.

zeigen sich bei allen Formen unserer Bastarde, und zwar in der Weise, daß die Grannen resp. Löffel häufiger und intensiver hell werden als die Spelzen, so daß nicht nur alle Farbentöne von blauschwarz und braunschwarz bis zu gelblichweiß vorkommen, sondern daß noch häufiger die Ähre bunt ist, indem die Spelzen dunkel, die Grannen oder Löffel hell sind.

Die erste Bastard-Generation war, wie erwähnt, ausgezeichnet durch schwarze Mittelährchen mit bunten Löffeln und weiße unfruchtbare Seitenährchen. Diese Art der Färbung war in der 2. Generation nicht zu beobachten, ist aber jetzt in der 3. wiederum vereinzelt aufgetreten, wenn auch nicht mit dem reinen Weiß der 1. Generation.

Vererbung der Farben von der 2. auf die 3. Generation.

Die von weißer Aussaat gezogenen Ähren sind sämmtlich weiß.

Die von schwarzer Aussaat gezogenen Ähren sind in 2 Fällen wieder sämmtlich schwarz, sonst ist aber daraus ein Gemisch von schwarzer, weißer und bunter Gerste hervorgegangen. Schlüsse auf ein größeres Alter der weißen Färbung sind hieraus aber noch nicht zu ziehen, denn es kann nicht mit Sicherheit behauptet werden, daß die Aussaat in allen Fällen wirklich aus rein schwarzen Ähren bestanden hätte, die keine hellen Stellen besaßen. Den Anschein hat allerdings die diesjährige Ernte erweckt, als habe die weiße Farbe eine größere Konstanz oder Vererbungskraft als die schwarze.

Zwei- und Viel-Zeiligkeit.

Vererbung derselben.

Von zweizeiliger Aussaat wurden geerntet:

von weißen Ähren	404	zweizeilige,	50	vierzeilige
von schwarzen „	747	„	221	„
Sa.	1151	zweizeilige,	271	vierzeilige.

Von vierzeiliger Aussaat wurden geerntet:

von weißen Ähren	—	zweizeilige,	176	vierzeilige
von schwarzen „	—	„	567	„
Sa.	—	zweizeilige,	743	vierzeilige.

Aus diesen Zahlen zeigt sich wohl unzweideutig eine größere Konstanz der vierzeiligen gegenüber der zweizeiligen Form.

Übergänge von Zwei- in Vierzeiligkeit.

Diese sind ziemlich häufig vorgekommen in der Weise, wie Körnicke die Formen schildert, aus denen er seine Varietät H. transiens herausgezüchtet hat. Es finden sich also an zweizeiligen Ähren, sowohl vom Typus H. deficiens Steud. als auch bei solchen, die Seitenährchen mit männlichen Blüten tragen, vereinzelte fruchtbare Seitenährchen, ohne daß die Ähre dadurch im geringsten das Aussehen von H. distichon verlöre. Ebensowenig als irgend ein früherer Beobachter konnte ich aber eine Ähre entdecken, welche durch Defekt aus einer vierzeiligen sich in eine zweizeilige zu verwandeln schien. Das vereinzelte Auftreten fruchtbarer Seitenährchen an zweizeiligen Ähren, die Inkonstanz der Zweizeiligkeit bei der Vererbung im Gegensatze zu der Konstanz, mit welcher die Vierzeiligkeit jetzt schon vererbt wurde, läßt wohl keine andere Deutung zu als die, daß H. polystichon die ältere und H. distichon die jüngere Form von H. sativum sei.

Formen der zweizeiligen Gerste.

Es waren zunächst die Hauptgruppen zu unterscheiden, welche Voss (Systematik der Saatgerste, in Journal f. Landwirtschaft, 33, p. 271) aufstellt und die sich durch das Vorhandensein unfruchtbarer Seitenährchen mit männlichen Blüten und andererseits durch die Verkümmerung derselben resp. ihre Geschlechtslosigkeit leicht

unterscheiden lassen[1]). Innerhalb jeder dieser beiden Gruppen fanden sich Ähren mit Grannen und solche mit Löffeln. Jede der so gebildeten 4 Abteilungen läßt sich wiederum in schwarze und weiße und diese wiederum in nackte und beschalte Formen zerteilen. Da bei allen diesen Gruppen zur Reifezeit aufrechtstehende und nickende resp. dichte und lockere Ähren und bei den Löffelgersten eine Verschiedenheit in bezug auf die Länge der Löffelstiele mehr oder weniger gut zu erkennen war, so wurden aus jeder der 8 Gruppen von Grannengersten, für die künftige Aussaat und Konstanzierung, einige möglichst typische nickende resp. aufrechte Ähren und aus jeder der 8 zweizeiligen Löffelgersten ein Muster mit möglichst sitzenden und eines mit möglichst langgestielten Löffeln ausgesucht.

Unter den Grannengersten fanden sich außerdem einige, die durch starkes Spreizen der Grannen und durch deutlich pyramidale Form der Ähren an H. zeocrithon L. erinnern. Es soll deshalb versucht werden, auch diese Form konstant zu machen und in Zukunft typischer auszuwählen.

Auf noch andere geringfügigere Unterschiede wie Länge und Breite der Ähren oder Körner, Farbe der nackten Früchte, Breite der Klappen, einzugehen hielt ich derzeit nicht für zweckmäßig, obwohl auch darin einige Unterschiede herauszufinden sein dürften.

Formen der mehrzeiligen Gerste.

Die Unterschiede: schwarz und weiß,
mit Grannen und Löffeln,
beschalt und nackt

sind auch bei H. polystichon zur Bildung von 8 Gruppen benutzt worden.

Da sämtliche Ahren aber dem vierzeiligen Typus (H. vulgare L.) angehören, so konnte nicht, wie es sonst am nächsten gelegen hätte, weiter nach Vier- und Sechs-Zeiligkeit eingeteilt werden. Bei drei von den vier Gruppen der vierzeiligen Grannengerste stark, bei der 4ten weniger gut ausgeprägt, bestand aber ein auffälliger Unterschied zwischen der Hauptmasse lockerer, langer und einer Minorität von kurzen, dichten, stark spreizenden Ähren, so daß sich hierdurch eine weitere Teilung analog der bei den zweizeiligen Grannengersten vorgenommenen von selbst aufdrängte.

---

1) Natürlich sind auch eine ganze Anzahl solcher Ähren geerntet worden, die beide Gruppen-Charaktere in sich vereinigen.

Die vier Formen vierzeiliger Löffelgerste wurden auch wieder eine jede nach sitzenden und gestielten Löffeln in zwei Unterabteilungen eingereiht.

Nur einige wenige Ähren vierzeiliger Löffelgerste deuten die Merkmale von H. hexastichon an, es soll versucht werden, diese noch typischer zu gestalten. Ob dies gelingen wird, bleibt freilich fraglich.

Abnormitäten.

Außer diesen als normale zu bezeichnenden Formen und den als Übergänge von einer zu der anderen Form anzusehenden Abweichungen, welche oben Erwähnung fanden, traten auch in diesem Jahre wieder einige Abnormitäten auf. Namentlich verdient als solche Erwähnung die vereinzelt vorgekommene Zweiblütigkeit der Ährchen. Diese Erscheinung fand sich aber in der vorjährigen 2. Generation häufiger als jetzt. Ihr Wesen ist durch den Namen ja schon so gut wie erklärt; es treten, meist an der unteren Hälfte der Ähre, Zwillingskörner auf, die leicht an einer oben oft gespaltenen Granne mit 2 Kielen zu erkennen sind, und nicht selten findet man dann höher herauf an der Ähre, daß einzelne Mittelährchen sich verdoppelt haben, so daß die Ähre auf den ersten flüchtigen Blick als ein Mittelding zwischen zwei- und vierzeiliger Form erscheint. Körner aus zwei solchen Ähren voriger Ernte haben in diesem Jahre, nach mangelhaftem Aufgange, hervorgebracht:

a) 36 fast ausnahmslos taube vierzeilige,
27 normale, vorzüglich schwere und große zweizeilige und
3 Ahren mit je einem Zwillingskorne.

b) 96 zum Teil sehr kräftige zweizeilige und 5 Ähren mit vereinzelten fruchtbaren Seitenährchen. Die Aussicht, diese Abnormität konstant zu machen, scheint hiernach nur gering zu sein.

Die äußerst mangelhafte Vererbung dieser Abnormität läßt wohl kaum die Ansicht zu, daß wir es in ihr mit einem Rückschlage zu thun haben, wie Nowacki (Getreidebau, p. 280) annimmt, der diese Erscheinung 1885 auf einem Felde, wahrscheinlich als Folge einer natürlichen Kreuzung zwischen gewöhnlicher zwei- und vierzeiliger Gerste, auffand.

Dann wurden im vorigen Jahre eine und in diesem Jahre fünf Ahren beobachtet, die eine größere Anzahl Ahrchen auf jedem der oberen Spindelabsätze zeigten, eine Erscheinung, welche auch Hochstetter und Körnicke schon ähnlich beobachteten.

Ich fand dieselbe in folgender Weise entwickelt:

Die Ähre ist bis in die Mitte der Spindel herauf normal zweizeilig, dann finden sich einander gegenüberstehend auf einem Spindelabsatze zwei sonst normale Gruppen à 3 Ährchen. Der nächsthöhere Absatz zeigt dasselbe oder eine nochmalige Verdoppelung, so daß rund um die Spindel herum in gleicher Höhe 4 Gruppen à 3 Ährchen stehen, die dann fast sämtlich taub geblieben sind. An noch höheren Spindelabsätzen fand sich dann ein solches Spelzen- und Klappen-Gewirr, daß eine Zählung unmöglich wurde.

Auch diese Ähren dürften wohl nach den Erfahrungen von Körnicke, der dieselbe Erscheinung schon einmal studierte, nur vorübergehend ohne Vererbungsfähigkeit auftretende Monstrositäten vorstellen.

Rückblick.

Aus dem Gesagten geht hervor, daß es möglich ist, aus den Kreuzungsprodukten einer vierzeiligen mit einer zweizeiligen Gerste ein lückenloses System aller denkbaren Formen der zwei- und vierzeiligen Saatgerste zu entwickeln und halte ich es z. Z. auch nicht für ausgeschlossen, daß auch die sechszeilige Gerste daraus hervorgehen kann, und dann müßte man darin einen Wahrscheinlichkeitsbeweis für die Ansicht erblicken, daß alle Formen der Saatgerste derselben Species angehören. Auch für die Frage nach der Abstammung der Saatgerste scheinen mir manche der mitgeteilten Erscheinungen nicht unwichtig, trotzdem natürlich eine weitere Bestätigung der diesjährigen Resultate in der Folge noch abgewartet werden muß, bevor man die nachfolgenden Schlüsse als bewiesen ansehen darf. Es deutet

a) die Unsicherheit in der Vererbung der Löffel gegenüber der sicheren Vererbung der Grannen, ebenso wie das Auftreten von einzelnen Grannen an Löffelgersten, während nie ein Auftreten von einzelnen Löffeln an Grannengerste zu beobachten war, darauf hin, daß die Grannengerste die ältere Form ist.

b) Mit weniger Sicherheit deutet das Verhalten der weißen und der schwarzen Farbe darauf, daß die letztere eine später erworbene Eigentümlichkeit der Gerste sei.

c) Die zahlreichen Rückschläge aus der zweizeiligen in die vierzeilige Form und das Aussehen der selteneren Mittelformen, gegenüber der absolut sicheren Vererbung der Vierzeiligkeit, deuten darauf hin, daß die vierzeilige Form älter ist als die zweizeilige.

d) Die merkwürdige, sofort erbliche Erscheinung einer großen Brüchigkeit der Spindel läßt darauf schließen, daß die ursprüngliche Stammform der Saatgerste diese Eigenschaft ebenfalls gehabt haben muß.

e) Die Thatsache, daß nur die Anfänge der für sechszeilige und für Pfauengerste typischen Formen und auch diese nur in ganz vereinzelten Ähren da sind, während doch die unter d erwähnten Rückschläge auf eine Stammform der Saatgerste viel häufiger und prägnanter auftraten, deutet darauf hin, daß die vierzeilige Gerste älter als die sechszeilige, und daß die Pfauengerste aus der gewöhnlichen zweizeiligen hervorgegangen ist. Wenn diese letzten Schlüsse richtig sind, so ist bei einer Kreuzung zwischen Pfauengerste und sechszeiliger Gerste ein deutlicher Rückschlag auf die vierzeilige zu erwarten.

Zum Schlusse füge ich noch ein Verzeichnis der Gerste-Variationen bei, welche aus unseren Bastarden 3. Generation ausgewählt wurden, um zu versuchen, wie sich dieselben verhalten, bis sie zu konstanten Sorten geworden sind.

I. Grannengerste.

A) Weiß.

a) Mit verkümmerten Seitenährchen:
1 nackt, nickend,
2 „ aufrecht,
3 beschalt, nickend,
4 „ aufrecht;

b) mit unfruchtbaren Seitenährchen:
5 nackt, nickend,
6 „ aufrecht,
7 beschalt, nickend,
8 „ aufrecht;

c) mit fruchtbaren Seitenährchen (vierzeilige Gerste):
9 nackt, locker,
10 „ dicht,
11 beschalt, locker,
12 „ dicht.

B) Schwarz.

No. 13—24 genau entsprechend A No. 1—12.

II. Löffelgerste.

A) Weiß.

a) Mit verkümmerten Seitenährchen:
- 25 nackt, sitzende Löffel,
- 26 „ gestielte „
- 27 beschalt, sitzende Löffel,
- 28 „ gestielte „

b) mit unfruchtbaren Seitenährchen:
- 29 nackt, sitzende Löffel,
- 30 „ gestielte „
- 31 beschalt, sitzende Löffel,
- 32 „ gestielte „

c) mit fruchtbaren Seitenährchen (vierzeilig):
- 33 nackt, sitzende Löffel,
- 34 „ gestielte „
- 35 beschalt, sitzende Löffel,
- 36 „ gestielte „

B) Schwarz.

No. 37—48 genau entsprechend den No. 25—36.

Hierzu kommen noch vorläufige Versuche mit Farben- und Form-Übergängen, bei deren Anbau es mir einstweilen nur darauf ankommt, mehr Beobachtungsmaterial zu erhalten, als ich bis jetzt besitze.

Das Verhalten der Kreuzungsprodukte und die Theorie der Vererbung.

Die Variationen, welche wir an unseren Gersten-Bastarden sehen, regen unwillkürlich dazu an, mit ihrer Hilfe die Ansichten zu prüfen, welche Weismann namentlich in seinen Schriften über die Bedeutung der sexuellen Fortpflanzung für die Selektionstheorie (Jena 1886) und über die Kontinuität des Keimplasmas (Jena 1885) veröffentlicht hat.

In diesen Schriften führt W. den Gedanken aus, daß die Vererbungsubstanz der Keimzellen eines Individuums, das Keimplasma desselben, nicht aus dessen Körper, sondern direkt aus der elterlichen Keimzelle hervorgehe. Als Teil des elterlichen Keimplasmas müßte es also dieselbe Molekularstruktur besitzen und deshalb unter bestimmten Entwicklungsbedingungen dasselbe Endprodukt liefern. Einflüsse, die vom Körper aus auf das Keimplasma wirken, können seiner Meinung nach nur ungemein gering sein

und wahrscheinlich die Anordnung der Molekularsubstanz desselben überhaupt nicht verändern. Hiernach würde man also bei einer monogonen Fortpflanzung etwa durch Teilung, bei parthenogenetischer oder bei hermaphroditischer Fortpflanzung erwarten müssen, daß die Nachkommen aufs vollkommenste ihren Erzeugern gleichen, wenigstens in den wichtigsten Merkmalen. Die auf Vermischung des Keimplasmas zweier verschiedener Individuen beruhende amphigone Fortpflanzung muß aber im Gegensatze hierzu eine neue Gruppierung der Teilchen des Keimplasmas, also eine neue Kombination der individuellen Charaktere zur Folge haben. „Die Verschiedenheiten müssen sich sogar im Laufe der Generationen steigern, nicht im Sinne größerer Unterschiede, wohl aber in dem immer neuer Kombinationen der individuellen Charaktere", wenn die amphigone Fortpflanzung die Regel bildet. Weiter sagt er darüber z. B.: „In dieser Vermischung sehe ich deshalb die Ursache der erblichen individuellen Charaktere und in der Herstellung dieser Charaktere die Aufgabe der amphigonen Fortpflanzung. Sie hat das Material an individuellen Unterschieden zu schaffen, mittelst dessen Selektion neue Arten hervorbringt."

Das Verhalten unserer wichtigsten Getreidearten bei der Fortpflanzung und Bildung neuer Formen scheint mir in vielen Punkten derartige Ansichten zu bestätigen, in manchen Einzelheiten aber doch einige Modifikationen der von Weismann vertretenen Anschauungen zu fordern.

Bei unseren Gersten-Bastarden hat sich eine Erscheinung wiederholt, die schon häufig und, wie ich glaube, von allen gemacht ist, die sich bisher nicht bloß mit dem Sammeln scheinbarer Zwischenformen, sondern mit der künstlichen Bastardierung von Pflanzen oder Tieren beschäftigt haben [1]). Der Thatbestand derselben ist kurz der folgende: Es werden zwei verschiedene Formen gepaart und es gehen Bastarde daraus hervor, die sich durch hohes Maß von Ausgeglichenheit auszeichnen und eine Mittelform darstellen. Bei ihrer Fortzucht dagegen zeigt sich,

1) Daß z. B. bei Mischlingen von Weizensorten, die bis auf ein einzelnes Merkmal einander gleichen, so gut wie keine Variation, sondern nur Rückschläge in die väterliche oder mütterliche Form auftreten, und daß bei Kreuzungen von Phaseolus multiflorus L. statt der Mischformen nur schon bekannte andere Sorten außer den elterlichen auftreten, das sind Thatsachen, die ebensowenig an der Deutung der Verhältnisse etwas ändern, wie dies die Verschiedenheit im Verhalten der Bastarde 1. Generation bei einzelnen Maissorten (cf. Körnicke, Arten und Varietäten des Getreides, p. 344 ff.) thut.

daß sie eine überaus geringe Vererbungskraft besitzen. Ihre Nachkommen zeigen alle erdenklichen Kombinationen der elterlichen Eigenschaften und sogar Rückschläge auf vermutliche Stammformen, welche vielleicht Hunderte oder Tausende von Generationen hindurch durch die Reinzucht völlig ausgemerzt zu sein schienen. Auch die vorstehend beschriebenen Bastarde sind hierdurch ausgezeichnet, trotzdem sie, nach der einen 1885 künstlich vorgenommenen amphigonen Fortpflanzung, durch Selbstbefruchtung drei Generationen hindurch ihre Früchte erzeugten. Daß das Keimplasma der zur Kreuzung benutzten Elternpflanzen und mit ihm alle Eigenschaften nicht nur dieser, sondern auch früherer Vorfahren derselben in jedem der jetzt eingesammelten Samenkörner enthalten sind, dies unterliegt mir keinem Zweifel. Für sicher ausgemacht muß ich es aber auch ansehen, daß in den letzten Generationen, trotz der Fortpflanzung auf hermaphroditischem Wege, so ziemlich ein jedes der ca. 100 Samenkörner, welche als durchschnittliche Nachkommenschaft eines zur Pflanze entwickelten Samenkornes früherer Generation anzusprechen sind, eine andere Struktur des Keimplasmas ererbt hat. Wollte man dies bestreiten, so bleibt nur die Annahme übrig, daß die äußerlich sichtbaren Kennzeichen der Individuen kein Ausdruck für eine Verschiedenheit in der Struktur ihres Keimplasmas seien, und das geht natürlich nicht.

Ich glaube, die vorliegenden Erscheinungen sind nur zu verstehen unter der Annahme, daß die erblichen Eigenschaften oder ihre Anlagen auf die Nachkommenschaft mit der Substanz des Keimplasmas übergehen, daß hiervon aber unabhängig ist die Struktur desselben. Die letztere bedingt nicht die Eigenschaften selbst, sondern nur ihr Manifest- oder Latentsein resp. den Grad ihrer Ausbildung.

Inwieweit uns eine solche Auffassung wieder den Anschauungen Nägeli's näher bringen und uns zu Reflexionen über die molekulare und micellare Struktur des Keimplasmas veranlassen muß oder nicht, das ist eine Frage, die wohl nahe liegt, die uns jetzt aber nicht beschäftigen soll.

Die Paarung zweier verschiedenartiger Individuen würde dann aber nicht nur eine neue Kombination individueller Eigenschaften, also das Entstehen einer neuen eigenartigen Form, sondern damit Hand in Hand gehend eine Lockerung der Struktur des Keimplasmas bewirken. Die Folge der letzteren Wirkung würde dann aber in einer Abschwächung der Vererbungstreue des Zeugungs-

produktes oder in der Erzeugung einer Neigung zur individuellen Variation in dessen Nachkommenschaft zu suchen sein.

Bei der Zucht von Haustieren, wie bei der von Kulturpflanzen läßt sich leicht beobachten, daß diese Lockerung der Keimplasma-Struktur um so geringer wird, je homogener wir paaren; ohne daß man aber im stande wäre, dieselbe ganz zum Verschwinden zu bringen, denn ganz gleich in allen Eigenschaften können die zu paarenden Individuen eben niemals sein. Dies erscheint mir auch als der richtige Kern der in den letzten Jahrzehnten so viel geschmähten Konstanz-Theorie von JUSTINUS-MENTZEL-WECKHERLIN zu sein, welche behaupteten, die Vererbungstreue eines Zuchttieres sei um so größer, je längere Generationsreihen hindurch seine Vorfahren in reiner Rasse (also in möglichst homogener Paarung) gezüchtet seien. Die Anhänger dieser Lehre gingen nur darin zu weit, daß sie, befangen in den alten Anschauungen von der Unveränderlichkeit der Arten, nicht sehen wollten, daß die Konstanzierung oder Konsolidierung eines Zuchttypus sich nicht bis zur Unveränderlichkeit, sondern glücklicherweise nur bis zu einem Optimum steigern läßt, welches auch dem Besitzer einer alten rein gezüchteten Rasse die volle Entfaltung seines Talentes in der Auswahl der miteinander zu paarenden Tiere gestattet, weil auch er keine 2 Tiere in der Herde hat, die einander völlig gleich wären.

Wie nun aber 2 Individuen gleicher Rasse verschieden sein können in der Struktur ihres Keimplasmas, so werden sie sich offenbar auch in der Stabilität dieser Struktur unterscheiden können, so daß unter Umständen die Eigenschaften des einen der beiden Erzeuger in der Nachzucht deutlicher zum Ausdruck kommen können als die des anderen. Dies ist der einfache Kern der Individualpotenzlehre, welche in der ihr von SETTEGAST gegebenen und von vielen Biologen adoptierten Form sicherlich ebenso weit über das Ziel hinausschießt als früher die Konstanz-Theorie. Diese Gedanken für die Kreise der Züchter noch weiter auszuführen, werde ich an anderer Stelle versuchen.

Nach dem Gesagten erblicke ich also in dem Verhalten unserer Gersten-Bastarde in der Hauptsache eine Bestätigung der Ansicht WEISMANN's, nach welcher die amphigone Fortpflanzung das Auftreten individueller Unterschiede ermöglicht. Ich sehe dies aber als eine Doppelwirkung an, indem einmal durch die amphigone Fortpflanzung eine neue Gruppierung der Teilchen des Keimplasmas bedingt wird, und indem zweitens die Struktur des-

selben eine Lockerung erfährt, infolge deren auch noch in folgenden Generationen eine Variabilität der Nachkommen auftritt, die um so bedeutender ist, je entfernter der Verwandtschaftsgrad der Eltern war.

Die Lehre von der Kontinuität des Keimplasmas würde bei dieser Auffassung der Dinge nicht die Annahme ausschließen dürfen, daß ein Individuum eine (bei der normalen nahezu homogenen Paarung allerdings nicht bedeutend) von der seinigen abweichende Eigenschaftsgruppierung vererben könne.

Diese Art der Variabilität würde allerdings dann eo ipso nicht im stande sein, etwas wirklich Neues zu schaffen, dies würde vielmehr die Funktion einer davon unabhängigen spontanen Variation sein. An Getreidearten kann man eine solche bei einiger Aufmerksamkeit nicht selten beobachten, und behaupten manche Saatgutzüchter, mit ihrer Hülfe leichter Erfolge in der Verbesserung der Kulturpflanzen zu erzielen als durch die Kreuzung, weil die spontan auftretenden Neubildungen meist sofort eine konstante Vererbung besitzen.

Außerdem ist es nicht unwahrscheinlich, daß Formen, die durch heterogene Paarung eine intensive Lockerung der Eigenschaftsgruppierung erfahren haben, in höherem Maaße zum Hervorbringen solcher spontanen Neubildungen befähigt sind als die Produkte einer homogenen Paarung. Hierüber liegen aber wohl z. Z. noch zu wenig Beobachtungen vor, als daß man viel mit dieser Annahme rechnen dürfte[1]).

Andere Erscheinungen, welche bei der Kultur der Getreidearten auftreten, berechtigen zu der Annahme, daß man wegen der bedeutenden Variation der Bastarde den Wert der durch die amphigone Fortpflanzung eintretenden Variabilität leicht zu überschätzen geneigt sein könnte, und füge ich deshalb noch einige Bemerkungen über thatsächlich vorhandene Getreide-Varietäten hier an.

Über die Bestäubungs-Verhältnisse unserer wichtigsten Getreidearten sind wir durch mancherlei gute Arbeiten sicher genug orientiert, um sagen zu können, daß der Roggen derart auf Fremdbestäubung angewiesen ist, daß selbst verschiedene Ähren einer und

---

1) Körnicke sowie Rimpau beobachteten dergleichen, und auch die an unseren Bastarden aufgetretene Vervielfältigung der Ährchen und die Zwillingsblüten gehören vielleicht hierher. Ihre geringe Vererbung könnte dann auf die den Bastarden als solchen noch innewohnende Unbeständigkeit gedeutet werden (?).

derselben Pflanze sich gegenseitig nur höchst unvollkommen zu befruchten vermögen. Auch der Mais ist auf Fremdbestäubung angewiesen, wenn auch vielleicht nicht in demselben Maße als der Roggen. Fast unmöglich ist dagegen die Fremdbestäubung bei der Gerste (manche Sorten derselben öffnen sogar die Spelzen beim Blühen niemals), und nur ganz ausnahmsweise kann dieselbe bei Weizen und Hafer vorkommen.

Bei Roggen und Mais sollte man hiernach, ausgehend von den Ansichten Weismann's, die Bildung eines viel größeren Formenreichtums erwarten als bei Weizen, Hafer und Gerste. In der That finden wir auch eine sehr große Anzahl wohl charakterisierter Formen bei dem Mais, der sich den verschiedensten Vegetationsbedingungen wärmerer und heißer Erdstriche anzupassen vermocht hat und neben der Gerste das größte Verbreitungsgebiet von allen Kulturgewächsen besitzt.

Die in unbekannter Zeit, vielleicht durch Anpassung an Standortsverschiedenheiten und spätere gelegentliche Kreuzungen[1]), entstandenen Sorten sind aber nur rein zu halten durch vollständige lokale Trennung, wie dieselbe eben nur mit Hilfe des überaus weiten Verbreitungsbezirkes möglich ist.

In einem engeren Reviere verschiedenartige Maissorten beim Anbau im großen konstant zu halten, erscheint dagegen auf die Dauer kaum möglich.

Der Roggen hat ein viel enger begrenztes Verbreitungsgebiet, in welchem die klimatischen Unterschiede nicht so stark sind als bei dem Mais. Vielleicht hängt es hiermit zusammen, daß durch Anpassung an lokale Verhältnisse nur relativ geringe Unterschiede der einzelnen Sorten aufkommen konnten, die aber trotzdem für den Anbau ihre Wichtigkeit haben. Beim Verpflanzen in andere Gegenden verlieren sich aber die Eigentümlichkeiten der verschiedenen Roggensorten unter dem Wechsel der Vegetationsbedingungen und dem Einflusse der bei der Fremdbestäubung unvermeidlichen Vermischung mit den heimischen Sorten in dem Maße, daß schon nach wenigen Jahren kaum noch von einer Sortenverschiedenheit geredet werden kann.

---

1) Z. B. der durch seine ganz ungewöhnliche Wachstumsweise (schon vor der Blüte neigten sich regelmäßig die Halme aller Pflanzen in weitem Bogen zur Erde) ausgezeichnete schwarze Zuckermais, welcher in Poppelsdorf, wie Körnicke (K. und Werner, Handbuch des Getreidebaues, I, p. 344) glaubt, durch spontane Bastardierung entstand.

Ganz anders liegen die Dinge bei Gerste, Hafer und Weizen, welche eine große Zahl typisch verschiedener Varietäten aufweisen, deren morphologische Unterschiede unter verschiedenen Standortsverhältnissen sich unverändert erhalten, mögen die heimischen Sorten auch aussehen, wie sie wollen.

Vielfach wird freilich betreffs des Weizens behauptet, daß die Stärke der Begrannung und Behaarung, sowie die dunkle Farbe der Spelzen in unserem Kontinentalklima allmählich verschwinde, doch bestreiten dies so sorgfältige Beobachter, wie z. B. KÖRNICKE, auf das bestimmteste. Man muß daher wohl die erstere Annahme auf zufällige Verunreinigung der den Winter Deutschlands weniger gut ertragenden englischen mit den winterfesten und dadurch relativ stärker sich vermehrenden einheimischen Sorten zurückführen. Selbst so rein physiologische Eigenschaften, wie die relative Ertragsfähigkeit oder die Neigung, Samen zu bilden, die relativ reich oder arm an Stickstoff sind, vererben sich unter dem Wechsel von Boden und Klima bei den genannten Getreidearten mit großer Sicherheit.

Im Hinblick auf diese Thatsachen wird man sich, wie ich glaube, kaum der Ansicht verschließen können, daß die Erzeugung von Formverschiedenheiten durch die amphigone Fortpflanzung für die Bildung neuer Typen, direkt unmöglich die Bedeutung haben kann, welche WEISMANN derselben zuschreibt. Werden ihr nicht durch Einrichtungen, wie der Vorgang des Blühens bei Weizen, Gerste und Hafer, bestimmte schwer zu überschreitende Schranken gezogen, so führt sie nur zur Verwischung, nicht zur Ausbildung und Verbreitung entstandener Variationen. Im Prinzipe ähnlich dürfte das Verhältnis aber auch bei anderen Pflanzen- und Tierformen sich gestalten, wenigstens kann man auch an der Ausbildung der meisten Kulturrassen unserer Haustiere nachweisen, daß sich ihre Begründer, neben sorgfältigster Auswahl der zu paarenden Tiere, nacheinander zweier verschiedener Verfahren bedienten, um die Tiere nach Wunsch zu gestalten. Das Erste war die Kreuzung oder heterogene Paarung zur Hervorrufung stärkerer Variation, und darauf folgte als Zweites die Konstanzierung der Eigenschaften in der Nachzucht jener Kreuzungsprodukte durch möglichst homogene Paarung, wobei meist sogar die Paarung der nächsten Blutsverwandten eine wichtige Rolle spielte.

Ich glaube, daß auch diese Thatsachen dafür sprechen, daß wir uns nicht mit der Auffassung, welche WEISMANN von dem Zwecke und der Bedeutung der amphigonen Fortpflanzung veröffentlicht hat, begnügen dürfen.

Dieselbe bewirkt allerdings eine Variation, es geschieht dies aber nicht nur durch Neugruppierung der Teilchen des Keimplasmas in dem Zeugungsprodukte, sondern namentlich durch Lockerung der Anordnung dieser Teilchen des Keimplasmas. Je geringer die Verschiedenheit der Eltern war, desto mehr tritt diese Wirkung der amphigonen Fortpflanzung zurück, desto mehr geht sie über in die den Veränderungen abholde, die einmal vorhandene Struktur des Keimplasmas konservierende Wirkungsweise der monogonen Fortpflanzung. Die heterogene Paarung ist deshalb für die Natur wie für den Züchter das wichtigste Mittel, um die Kontinuität in der Struktur des Keimplasmas zu unterbrechen und dadurch zur Variation anzuregen, während in der homogenen Paarung und noch mehr in der monogonen Fortpflanzung, das Mittel zur Konsolidierung, zur Verbreitung und weiteren Entwickelung der neuen Formen zu erblicken ist. Sollte es etwa gelingen, durch sorgfältig beobachtete Bastardierungen und ihre Wirkungen nachzuweisen, daß die Kreuzungsprodukte während der Periode ihrer stärksten Variabilität sich in höherem Maße als die Produkte homogener Paarung durch äußere Verhältnisse beeinflussen lassen, dann würden die meisten Schwierigkeiten beseitigt sein, welche sich jetzt noch dem Verstehen des Vorganges der Speciesbildung entgegenstellen.

Anatomie der Ophiuren und Crinoiden

von

Dr. Otto Hamann,
Dozent an der Universität, Assistent am zool. Institut in Göttingen.

Hierzu Tafel XII—XXIII.

Einleitung.

Mit der Anatomie und Histologie der Ophiuren und Crinoiden schließe ich zunächst diese Beiträge ab. Bei der Beurteilung der Resultate bitte ich immer vor Augen zu haben, daß das Material — und dies gilt besonders von den Crinoiden — wochenlang entkalkt werden mußte, so daß feinere Details nicht beschrieben werden konnten. Zudem waren die Tiere teilweise vor mehreren Jahren konserviert, und zwar fast ausschließlich in Alkohol.

Von der Station zu Neapel bezog ich folgende Arten: Ophioglypha lacertosa; Amphiura virens und squamata; Ophioderma longicauda; Ophiothrix fragilis; Ophiomyxa pentagona.

Sämtliche Arten waren vorzüglich erhalten und von Herrn SALVATORE LO BIANCO nach verschiedenen Methoden konserviert. Sie wurden in $^1/_3$ $^0/_0$ Chromsäure entkalkt.

Zu besonderem Danke bin ich Herrn Prof. MÖBIUS verpflichtet, durch dessen Güte ich in kurzer Zeit große Mengen der Ophioglypha albida erhielt. Da es mir vergönnt war, im Kieler zoolog. Institut in den Sommerferien 1884 arbeiten zu können, konnte ich sofort den Erfolg der Konservierung durch das Mikrotom kontrollieren. Im Sommer 1886 sammelte ich von neuem in Kiel Material, welches mit Sublimat, Pikrinschwefelsäure, Alkohol und $^1/_2$ $^0/_0$ Chromsäure konserviert wurde. Alle übrigen Methoden ließ ich bei Seite, nur Osmiumsäure wurde ab und zu angewendet. Da die Ophiuren der Ostsee bedeutend weniger Kalk enthalten

als die der Nordsee, benutzte ich Ophioglypha albida später ausschließlich zur Untersuchung.

Eine ausgezeichnete Sammlung von Crinoiden verdanke ich der Güte von P. H. Carpenter, welchem ich nicht genug meine Dankbarkeit versichern kann. Vor allem habe ich Antedon Eschrichtii benutzen können, da der Zustand der Tiere ein sehr guter war, während andere Arten weniger sich zu feinerer Untersuchung eigneten. Ich erhielt folgende Arten zugesendet: Antedon Eschrichtii, carinata, Magellanica, antarctica; Actinometra parvicirra, paucicirra, nobilis, valida; Pentacrinus decorus, W. Thomsoni.

Nur einen Teil meiner Resultate über die Crinoiden kann ich hier niederlegen, hoffe aber bei Gelegenheit in Anschluß an andere Arbeiten dieselben veröffentlichen zu können.

Göttingen, 8. August 1888.

Kapitel 1.

Das Nervensystem.

Die Untersuchungen der Physiologen [1]) über die Bewegungen der Ophiuren haben so merkwürdige Resultate zu Tage gefördert, welche sogar eine gewisse Intelligenz dieser Tiere annehmen lassen, daß man von vornherein auf ein hoch organisiertes Nervensystem zu schließen berechtigt war. Einen kleinen Teil der Ergebnisse, zu welchen ich nun bei der Untersuchung dieses Organsystems gelangt war, habe ich bereits früher [2]) in Kürze mitgeteilt.

Es giebt wohl kaum eine andere Gruppe von niederen Wesen, welche mit den Ophiuren hinsichtlich der Entwicklung des peripheren Nervensystems einen Vergleich bestehen könnten, und unter den Echinodermen selbst nehmen sie mit den Crinoiden die erste Stufe ein; sie sind die am höchst entwickeltsten Formen, wenn man gegen den Satz nichts einzuwenden hat, daß je höher das Nervensystem entwickelt erscheint, auf einer desto höheren Stufe das Tier steht.

Die Betrachtung des Nervensystems beginne ich mit einer Schilderung des grob anatomischen Verhaltens, um dann sofort auf die feineren Verhältnisse einzugehen, soweit diese bei der Kleinheit und Einfachheit der Nervenfasern u. s. w. sich jetzt eruieren lassen.

---

1) Preyer, Über die Bewegungen der Seesterne, eine vergleichend physiologische Untersuchung, in: Mitteil. d. zool. Stat. zu Neapel, 1886, Bd. 7, sep. b. Friedländer, Berlin.

2) Hamann, Vorläufige Mitteilungen zur Morphologie der Ophiuren, 1—4, in: Nachrichten von der königl. Gesellschaft d. Wissenschaften u. der Georg-Augusts-Universität zu Göttingen, 1887, No. 14. (Sitzung am 2. Juli.)

1. Allgemeine Anordnung.

Das Zentral-Nervensystem einer Ophiure setzt sich zusammen aus fünf Radial-Nervenstämmen in den Armen, welche, in der Scheibe angekommen, sich dichotomisch teilen und indem immer je zwei Äste mit einander verschmelzen, den Gehirnring bilden, welcher somit eine Kommissur zwischen den radiären Stämmen darstellt. Vom Gehirn strahlen Nervenzüge aus in die Darmwandung und zu den die Mundöffnung umgebenden Füßchen u. s. w., während aus den radiären Stämmen sämtliche Nerven zu den Füßchen der Arme (Strahlen), zur Muskulatur derselben u. s. w. sich abzweigen. Was die Lagerung des zentralen Nervensystems betrifft, so liegen der Nervenring wie die fünf Radial-Nervenstämme in Kanälen, und zwar in Schizocoelräumen (vergl. das Kapitel über die blutführenden Räume), in welchen die Nervenstämme selbst suspendiert sind.

2. Die gegliederten radiären Nervenstämme.

Wir treffen bei den Ophiuren so typisch gegliederte Nervenketten an, wie sie uns beispielsweise die Gliedertiere, speziell die Anneliden zeigen.

Der erste, welcher den gegliederten Bau erkannt und beschrieben hat, ist Simroth[1]) gewesen. Es war Ophiactis viridis, welche ihm zur Untersuchung vorlag. Merkwürdigerweise bestreitet Ludwig die Angaben dieses Forschers, er hat niemals etwas derartiges beobachten können. Ich glaube dies auf Rechnung des Materials setzen zu müssen, da die Gliederung der radiären Nerven nicht nur bei der genannten Art, sondern bei allen von mir untersuchten Formen nicht deutlicher ausgeprägt sein kann, als sie es in der That ist.

Daß die Gliederung des Nerven eine noch viel größere ist, als Simroth vermutet hat, werde ich sogleich zeigen, indem ich der Reihe nach die aus ihm entspringenden paarigen Nervenzüge beschreiben werde. Auch hier sehen wir eine Sonderung in Ganglien und sie verbindende Nervenzüge eingetreten.

Der radiäre Nervenstamm kann mit einem Bande verglichen

---

1) Simroth, Anatomie und Schizogonie v. Ophiactis virens, in: Z. f. wiss. Zool., Bd. 27, 1876.

werden, welcher, wie durch SIMROTH, TEUSCHER, LUDWIG u. a. bekannt ist, über den Ventralplatten der Arme gelegen, von der Spitze derselben an bis zum Schlund in gerader Linie verläuft. Er liegt, wie die Figuren 1—9 auf Taf. XII, welche Querschnittsbilder durch einen Arm wiedergeben, erkennen lassen, in einem Hohlraum, einem Längskanal, und trennt diesen durch seine Lage in zwei Hälften. Die Figuren 2—9 sind einer Serie von aufeinander folgenden Schnitten entlehnt, welche die Gestalt des Nervenstammes innerhalb eines Armgliedes erkennen lassen. Man sieht, wie die Gestalt des Nervenstammes eine sehr wechselnde ist. Vergleicht man hierzu noch ein Längsschnittbild durch einen Arm, wie es die Figuren 1 und 2 auf Tafel XIII zeigen, so wird die Lage des Nerven in seinem Längskanal *Sch* noch klarer.

Die letztgenannten Figuren geben zugleich ein deutliches Bild von der Gliederung des Nervenstammes. Wir sehen, wie ganglionäre Anschwellungen abwechseln mit Stellen, wo nur eine einzige Zellschicht die exzentrische Peripherie des Nerven bedeckt, und wie gerade hier — der Mitte eines Wirbels entsprechend — Nervenzüge in bogenförmiger Anordnung in den zentral gelegenen Wirbel eintreten und zur Zwischenwirbel-Muskulatur zu ziehen (mit *Nm* in der Figur 1 bezeichnet).

Haben wir uns jetzt über den gröberen Bau orientiert, so will ich zunächst den feineren Bau der Nervenstämme schildern, um hieran die in bestimmten Zwischenräumen abtretenden Nervenzüge, ihre Lagerung und Bau anzuschließen und dann den zentralen in der Scheibe gelegenen Nervenring in gleicher Weise besprechen. Untersucht man den Nervenstamm auf Längsschnitten, so zeigt sich, daß derselbe aus feinsten parallel zueinander verlaufenden Fibrillen besteht, wie sie in gleicher Weise auch bei den übrigen Echinodermen-Gruppen beschrieben wurden. Diese feinsten, kaum meßbaren Fibrillen nehmen Farbstoffe wenig oder gar nicht auf, bräunen sich aber, mit Osmiumsäure behandelt, und treten dann deutlich hervor in einer Weise, wie es Figur 6 auf Taf. XIII zur Darstellung bringt. Auf der unteren Fläche, das heißt der ventralen oder besser oralen, sind Zellen aufgelagert — nicht Kerne —, wie bisher angegeben wurde. Ehe ich aber zur näheren Betrachtung dieser Zellen übergehe, muß ich hervorheben, daß auf der dorsalen Fläche sich ebenfalls Zellen vorfinden, welche aber von der eigentlichen Nervenmasse durch eine dünne hyaline Membran getrennt sind, welche im ganzen Verlaufe des Nervenstammes sich findet, in gleicher Weise wie im Gehirnring.

Auf der hyalinen Membran liegen diese Zellen aber nicht unmittelbar auf, sondern es lassen sich zwischen derselben und den Zellen feinste Fasern erkennen, welche in gleicher Richtung wie die Nervenfibrillen verlaufen. Der Beweis, daß diese Fasern echte Nervenfibrillen und daß die aufliegenden Zellen echte Ganglienzellen sind, soll sofort von mir erbracht werden.

Jene schon vorhin erwähnten bogenförmig in die zentralen Wirbel aufstrahlenden Nervenzüge (vergl. Fig. 1 auf Taf. XIII) entspringen nämlich nicht aus der jenseits der hyalinen Membran gelegenen Nervenfasermasse nf^1, sondern sie werden von diesen oberflächlich peripher verlaufenden Nervenfibrillen gebildet, wie ein Längsschnittbild zeigt. In Fig. 6 auf Taf. XIII ist die hyaline Membran mit *hM* bezeichnet, die periphere Nervenfasermasse mit nf^2, die großen ihr aufliegenden Ganglienzellen mit gz^2. Ich habe hunderte von Schnitten mit diesen Nervenzügen in ihrem Ursprung untersucht und nie bei ihrer Bildung eine Beteiligung der ventral gelegenen, durch die Membran getrennten Nervenfibrillen gesehen. Weiter aber kann man beobachten, wie bei dem Ursprung seitlicher Nervenzüge sich ebenfalls Fibrillen der peripher gelegenen Fibrillenmasse beteiligen, wie Fig. 5 auf Taf. XIII erkennen läßt.

Lange[1]) hat zuerst auf diese Zellen der dorsalen Fläche aufmerksam gemacht. Auch fand er die Fasern auf. Diese Zellen und Fasern sind nach ihm die einzigen nervösen Elemente und das eigentliche Nervenband ist für ihn kein zum Nervensystem gehöriger Bestandteil! Diese irrige Annahme hat Ludwig[2]) bekämpft. Für ihn ist das Nervenband allein nervöser Natur, die Zellen und Fasern, welche peripher der dorsalen Fläche des Nervenbandes aufgelagert sind, haben nichts mit Ganglienzellen zu thun.

Daß nun aber thatsächlich sowohl das Nervenband als seine ihm aufgelagerten Elemente dem Nervensystem zuzuzählen sind, das werde ich noch im Einzelnen zu beweisen haben. Ein Blick aber auf die Figuren 1, 4, 6 auf Taf. XIII dürfte schon von der Wahrheit meiner Annahme überzeugen.

Dieselbe Zusammensetzung, wie der radiäre Nerv sie zeigt,

---

1) Lange, Morphol. Studien an Echinodermen.

2) Ludwig, Neue Beiträge zur Anatomie der Ophiuren, in: Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 34, 1880, pag. 333.

treffen wir beim Gehirnring wieder an, es besteht somit eine Kontinuität sämtlicher nervösen Elemente.

Der feinere Bau des Nervenstammes ist an den Stellen am einfachsten, an welchen keine Ganglien liegen, das heißt zwischen je zwei Wirbeln, also im Bereich der Intervertebralmuskeln (vergl. Fig. 1, Taf. XIII). Figur 1, 2, 3 und 4 auf Taf. XII zeigen Querschnitte durch diesen Teil eines Armes. Die Nervenfasermassen sind quer durchschnitten und treten dann in Gestalt einer feinkörnigen Masse auf.

Zwischen je zwei Wirbeln liegt dem Nervenstamm oralwärts nur eine Schicht von Zellen auf, wie der stark vergrößerte Querschnitt Fig. 10 auf Taf. XIII erkennen läßt. Auf der dorsalen oder apicalen Seite treten die querdurchschnittenen, in geringer Anzahl vorhandenen (dorsalen) Nervenfibrillen auf und ihnen aufgelagert Zellen, Ganglienzellen gz^2. In der Mittellinie des Nervenstammes verläuft das radiäre Blutgefäß, welche auf Taf. XII in allen Figuren zu sehen ist und in Fig. 10 auf Taf. XIII stärker vergrößert wiedergegeben ist (*bl*).

Eine bisher den Beobachtern entgangene Erscheinung ist folgende. Vom Blutgefäß *bl* aus ziehen, die Nervenfasermasse nf^1 senkrecht durchsetzend, grobe Stränge bis zu den ventral-peripher gelagerten Zellen. Welcher Natur sind diese Stränge? Nervöser Natur sind sie nicht, da sie sich mit neutraler Karminlösung in anderer Weise als die Nervenfibrillen färben und mit Osmiumsäure behandelt einen anderen Ton annehmen als die echten Nervenfasern.

Da nun aber diese Fortsätze nur in der Mittellinie des Nervenstammes sich an dieser Stelle finden, so könnte man daran denken, sie als feinste Blutcapillaren in Anspruch zu nehmen. So oft und so viele Präparate ich aber auch untersucht habe, immer erhielt ich die Überzeugung, daß diese Fortsätze an der hyalinen dorsalen Membran sich anheften und solide Gebilde seien. Weiter aber ist noch folgendes in Betracht zu ziehen. Diese Fortsätze lassen sich, wie auch die Figuren 10 und 11 auf Taf. XIII zeigen, bis zu dem ventral-peripheren Zellbelag verfolgen, ja hängen mit diesem zusammen.

Da es nicht angeht, bei der Klein- und Feinheit des Nervenstammes Mazerationspräparate anzufertigen, welche sichere Resultate bieten könnten, brachte ich Querschnitte in Glycerin und isolierte durch Klopfen auf das Deckglas die einzelnen Elemente des Nerven. Fig. 12 auf Taf. XIII zeigt zwei Zellen, welche in direktem Zusammenhang mit je einem Fortsatz stehen

und ich nenne diese Zellen Stützzellen. Sie sind dazu da, sowohl den Nervenfibrillen selbst als auch dem Blutgefäße eine feste Stütze zu geben.

Nebenher will ich erwähnen, daß ich auf mit Chromsäure gehärteten und mit Weigert'scher Nerven-Färbung behandelten Schnitten diese Fortsätze oft spiralig aufgerollt vorfand, so daß es gerechtfertigt scheint, ihnen eine gewisse Elastizität zuzuschreiben.

Alle Zellen, welche nicht solche Fortsätze ausgeschieden haben, nehme ich als Ganglienzellen in Anspruch. Es besteht somit der ventral-periphere Zellbelag zwischen je zwei Wirbeln aus einer Schicht von teils Ganglien-, teils Stützzellen. Diese Zellen selbst bespreche ich weiter unten im Zusammenhang ebenso wie die dorsal-peripher gelagerten.

Untersuchen wir den Radiär-Nervenstamm da, wo ein Füßchenpaar liegt und sich aus ihm Nervenzüge zu diesen abzweigen, so sehen wir, daß der ventral-periphere Zellbelag noch immer einschichtig ist und selbst jenseits des Füßchens (Fig. 3 auf Taf. XII) diesen Bau beibehält. Je weiter wir aber jetzt die folgenden Schnitte durchmustern, desto verändert sind die Bilder, die sich uns jetzt bieten: Wir treffen einen ventral-peripheren mehrschichtigen Zellbelag an, der ziemlich unvermittelt auftritt und die Mitte des Wirbels einnimmt (vergl. Fig. 1 und 2 auf Taf. XIII und Fig. 6 ebenda). Zu gleicher Zeit ist die allgemeine Gestalt des Nerven, wie sie der Querschnitt zeigt, verändert (Fig. 5 auf Taf. XII).

In gleicher Weise finden wir nun auch den dorsal-peripheren Zellbelag verdickt, wie dieselben Figuren zeigen, besonders aber Fig. 5 und 6 auf Taf. XIII.

Der ventral-periphere Zellbelag und seine Ganglien.

Wir haben denselben bereits betrachtet, soweit er einschichtig erschien und im Bereich der jedesmaligen Intervertebralmuskeln gelegen war. Im Bereich der Wirbel sehen wir denselben mehrschichtig und ist der Übergang zwischen den einschichtigen und mehrschichtigen Zellenlagen, wie schon erwähnt, ein meist sehr unvermittelter, wie Fig. 6 auf Taf. XIII überzeugen kann.

Der mehrschichtige Zellbelag kann, da er sich aus Ganglienzellen zusammensetzt, als die ventral-peripheren Ganglien der radiären Nervenstämme zusammengefaßt werden.

Bei schlechter Konservierung sieht man auf Quer- wie Längsschnitten nur Kerne, und es scheint, als beständen diese Ganglienknoten nicht aus Zellen. Gut konserviertes Material zeigt aber, daß Zellgrenzen vorhanden sind und daß die Ganglienzellen einen hellen Leib besitzen, während tingierbare Substanz oft nur im nächsten Bereich des Kernes liegt.

Die Ganglienzellen besitzen einen kugligen Kern, welcher 0,003—0,004 mm im Durchmesser mißt und ein Netzwerk sehr deutlich zeigt.

Die Zellsubstanz ist sehr hell und nur im nächsten Bereich des Kernes findet sich eine geringe Menge feinkörniger tingierbarer Substanz und nur in seltenen Fällen färbte sich der Ganglienzellenleib vollkommen (vergl. Fig. 5 auf Taf. XV). Der Leib selbst erscheint auf Klopfpräparaten stachlig oder sternförmig, die Fortsätze sind stets abgerissen. Immerhin läßt sich soviel feststellen, daß die Ganglienzellen multipolar sind.

Stützzellen kommen in diesen Ganglienknoten nicht vor; sie treten an der Grenze derselben auf, da, wo das Ganglion abgeflacht ist und in den einschichtigen Zellbelag übergeht, welcher im Bereich der Intervertebralmuskeln liegt.

Der dorsal-periphere Zellbelag und seine Nervenfasern und Ganglien.

Daß die Zellen, welche dem radiären Nervenstamm auf seiner dorsalen (apicalen) Fläche aufgelagert liegen, Ganglienzellen sind, habe ich bereits betont. Wir treffen diese Zellen ebenfalls wie die ventralen in bestimmte Territorien eingeteilt, Ganglien bildend. Zwischen den Ganglien verlaufen die Nervenfasern, von nur wenigen Zellen bedeckt. Die Ganglien sind denen der ventralen Fläche parallel gelagert, also im Zentrum des Wirbels, während die Zwischenwirbelpartie frei von ihnen ist. Die Ganglien sind paarig angeordnet, wie Querschnittbilder Fig. 4, 5, 6 auf Taf. XII, erkennen lassen, Das hat seinen Grund darin, dass die Blutlakune in der Mittellinie des Nervenstammes (parallel zu diesem) verläuft und so nur rechts und links von ihr Platz für die Nervenfasern mit ihrem Zellbelag ist. Die Ganglien bestehen aus höchstens zwei bis drei Lagen von Zellen, welche da, wo der Intervertebralnerv entspringt (Fig. 6, Taf. XIII), diesen ein Stück begleiten. Die Nervenfasern sind, wie Längsschnitte zeigen, von gleicher Beschaffenheit, Feinheit und Zartheit wie die ventral liegenden. Die Ganglienzellen besitzen einen großen Leib, der

glasig hell erscheint und sich deutlich abhebt, so dass man an eine Membran denken könnte, welche ihn umhüllte. Eine solche ist aber nicht vorhanden. Vom kugligen Kern aus sieht man oft sehr deutlich feinkörnige Stränge durch die helle Zellsubstanz sich erstrecken, ebenso wie um den Kern eine feingranulierte färbbare Masse angehäuft liegt. Daß diese Zellen feine Fortsätze besitzen, läßt sich schwer erkennen, immerhin ist es mir mehrere Male gelungen, ihre sternförmige oder spindelige Gestalt zur Anschauung zu bringen. Die Größe dieser Zellen beträgt ungefähr 0,01 mm, die ihres Kernes 0,004 mm.

Während wir so die Ganglienzellen als peripher gelagert erkannt haben, ist noch hervorzuheben, daß, allerdings sehr selten, hier und da regellos Ganglienzellen zwischen der Hauptmasse der Nervenfibrillen angetroffen werden. Sie unterscheiden sich insofern von den übrigen, als man solche mit ovalem Kern antrifft. Diese dürften wohl bipolaren Zellen angehören. Zwischen den beiden Ganglien besteht eine Verbindung, welche schon Lange gesehen und abgebildet hat. Diese Kommissur erstreckt sich als aus Nervenfibrillen bestehend quer über die Blutlakune, und zwar liegt sie da, wo die Intervertebralnerven entspringen, wie derselbe Autor richtig beobachtet hat.

3. Die vom radiären Nervenstamm entspringenden Nervenzüge, ihr Verlauf und ihre Ganglien.

Um die in regelmäßigen Abständen vom radiären Nervenstamm austretenden Nervenzüge zur Anschauung zu bringen und ihr Verhalten in ihren Verzweigungen darzulegen, habe ich auf Tafel XII eine Reihe von aufeinanderfolgenden Bildern gegeben, die sämtlich mit der Camera gezeichnet worden sind.

Den einzelnen Nerven habe ich ebenso wie den in ihrem Verlauf vorkommenden Ganglien besondere Namen gegeben, um damit die Regelmäßigkeit ihres Vorkommens anzudeuten.

Nervi laterales primi. Unter dieser Bezeichnung fasse ich die paarigen Nervenzüge zusammen, welche da austreten, wo die Füßchen gelagert sind, also im Bereich der Zwischenwirbelmuskeln (vergl. Fig. 2, Taf. XII).

Das nach einer stärkeren Vergrößerung in Fig. 1 auf Taf. XV gezeichnete Bild giebt die Art und Weise dieses Austrittes des ersten Lateralnerven wieder. Es formieren sich aus der zentralen

Nervenmasse, die quer durchschnitten ist, an den Seitenenden Nervenfibrillen zu einem Bündel und ziehen, ventralwärts von Ganglienzellen aus dem ventral-peripheren Zellenbelag begleitet, bis zum Füßchen. Weiter beteiligen sich aber bei der Bildung dieses Nerven Fibrillen des dorsal-peripheren Belages, wie sich auf Schnittserien leicht verfolgen läßt.

An dem Füßchen angekommen, umgreifen sie dasselbe, indem es zur Bildung eines Ganglions kommt, welches ich als Ganglion pedale zu bezeichnen vorschlage. Dieses Ganglion liegt in der Bindesubstanz, in welche der Lateralnerv — nach seinem kurzen Verlauf im radiären Schizocoelkanal — eingetreten ist.

Ein Querschnitt durch das Ganglion zeigt, daß seine Fasern zirkulär verlaufen. Die Ganglienzellen, welche peripher liegen, lassen dieselbe Gestalt wie die in den Nervenstämmen erkennen. Nur hier und da sieht man eine Zelle zwischen den Nervenfasern gelagert.

Von diesem Ganglion pedale entspringen verschiedene Nerven. Zunächst erwähne ich einen Nervenzug, welcher ventralwärts sich wendet und der Wandung des Schizocoelkanals eng anliegend verläuft.

1) Der Nervus ventralis. Beide Nerv. ventrales, der der rechten und der der linken Seite, treffen sich in der Medianlinie der Ventralseite und hier kommt es zur Bildung eines Ganglions, des Ganglion ventrale (Fig. 1, Taf. XII *G.v.*). Dieses Ganglion mit seinen großen Zellen kann in zwei Teile zerfallen, gewöhnlich aber zeigt sich eine gemeinsame Masse. Fig. 8 auf Taf. XIII zeigt dasselbe stärker vergrößert. Die Zellen sind anscheinend unipolär und läßt sich nur ein Fortsatz, welcher ventralwärts gewendet ist, erkennen. Die Ganglienzellen färben sich mit neutraler Karminlösung rosa, ihre Größe kann mit 0,007 mm, die ihres kugligen Kernes mit 0,005 angegeben werden. Von diesem Ganglion ventrale strahlen Nervenzüge von geringem Durchmesser (0,004 bis 0,003 mm) ventralwärts, um nach mehrfachen Verzweigungen, die verkalkte Bindesubstanz durchsetzend, im Epithel der Ventralfläche zu enden (Fig. 2, Taf. XII und Fig. 5, Taf. XIV). In welcher Weise dies geschieht, weiter unten.

Vom Ganglion pedale nehmen aber außer je einem Ventralnerven noch folgende Nerven ihren Ursprung:

2) Ein Nervus pedalis, welcher in das Füßchen eintritt und in später zu beschreibender Weise bis zur Spitze desselben

verfolgt werden kann. Er besteht aus einem Bündel Nervenfasern, denen Ganglienzellen meist peripher aufgelagert sind und ist auf dem Querschnitt rundlich bis eiförmig. Weiter nimmt

3) ein Nervus apicalis aus dem pedalen Ganglion — und zwar aus dem der Dorsalseite zugekehrten Fläche — seinen Ursprung und zieht immer dem Coelomepithel angelagert nach der Rückenfläche, um sich hier in verschiedene Nervenzüge aufzulösen, die ihrerseits zum Rückenepithel ziehen, wie Fig. 2 und 1 auf Taf. XII zeigen. Zur Bildung eines Ganglions wie auf der Ventralseite kommt es nicht, da die beiderseitigen Nervenzüge nicht zusammentreffen und verschmelzen. Weiter nehmen ihren Ursprung

4) ein Nervus musculor. intervertebralium, welcher in den Wirbel eintritt und sich hier verzweigt, teilweise aber in einem Ganglion, dem Ganglion intervertebrale zu enden scheint, von welchem aus weitere Nervenzüge austreten und die Intervertebralmuskeln versorgen. Da aber mit diesem Ganglion noch die Nervenfasern des Nervus musculor. intervertebral. zusammenhängen, so komme ich bei Besprechung des letzteren nochmals auf dasselbe.

5) Als Nervi laterales II bezeichne ich Nervenzüge, welche teils vom Pedalganglion, teils aber unmittelbar hinter demselben aus dem Nervenstamm austreten, wie Fig. 4 Taf. XII lehrt. Der Austritt dieser Nerven ist in Fig. 6 Taf. XIV in ihrer weiteren Verzweigung sehr gut zu sehen. Unmittelbar nach ihrem Ursprung teilt sich die Nervenmasse in eine Anzahl von baumförmig ausstrahlender Nervenzüge, welche teils in der verkalkten Bindesubstanz nach dem Rücken, teils nach der Seite, teils nach der Ventralseite ziehen. Ihr Ziel ist das Körperepithel. Einzelne Züge treten auch in den Wirbel selbst ein und lassen sich hier verfolgen bis zum Epithel der radiären Wassergefäße, zu deren Muskulatur (s. unten) sie herantreten.

Hervorzuheben ist, daß bei der Bildung der Nervi laterales II sich Nervenfasern und Zellen des dorsal-peripheren Belages beteiligen.

An der Stelle, an welcher diese Nerven entspringen, ist der ventrale Belag des Nervenstammes bereits stark verdickt, man erkennt 2—3 Lagen von Ganglienzellen, das heißt, wir sind bereits im Bereich des Wirbels und eines vertebralen Ganglions des Nervenstammes. Die nächsten Schnitte, Fig. 5 und 6 auf Taf. XII zeigen dies deutlich. Auf diesen Schnitten sehen wir überall noch

die Verzweigungen unserer Nerven, wie sie in baumförmiger Verästelung zum Körperepithel streben. Im Zentrum der vertebralen Ganglien erhebt sich ein Nervenpaar, die Nervi musculorum intervertebralium I (Fig. 5, Taf. XII). Sie laufen parallel zu einander dorsalwärts und treten in den Wirbel ein. Auf den folgenden Schnitten trifft man sie in Gestalt zweier annähernd kuglicher Gebilde an, indem sie querdurchschnitten sind und in einem Bogen verlaufen, den folgenden Intervertebralmuskeln zustrebend. Ihr Verlauf ist auf einem Längschnitt durch den Arm (Fig. 1, Taf. XIII) am besten zu erkennen. Sie enden, wenigstens der größte Teil ihrer Fasern, im Ganglion intervertebrale, durch welches eine Verbindung mit dem Nerv. muscul. interv. II hergestellt wird, denn auf Fig. 9 folgt fast unmittelbar Fig. 1 (Taf. XII), also ein Querschnitt unmittelbar vor dem Ursprung der Füßchen geführt.

Diese Nervi muscul. intervertebr. I entspringen nicht aus der zentralen Nervenfasermasse, sondern aus dem dorsal-peripheren Belag, und zwar ist hier dieser Belag ungemein verdickt, er bildet ein Ganglion (Fig. 5, Taf. XII und Fig. 1, Taf. XIII). Wie sich im einzelnen dieser Ursprung gestaltet, zeigt ein Längsschnitt durch den Nervenstamm. In Fig. 6, Taf. XIII ist der dorsale Zellbelag mit nf^2 bezeichnet, der Nerv mit *Nmi I*. An seiner Basis sehen wir die großblasigen Ganglienzellen angehäuft, während der Nervenzug selbst durch den Schizocoel-Längskanal hindurchsetzt und in die verkalkte Bindesubstanz eintritt. Der Durchmesser dieses Nervenzuges beträgt an allen Stellen 0,008 mm; die Breite des radiären Nervenstammes an der Stelle des Ursprunges 0,17 mm; die Höhe 0,05 mm; die Höhe des ventral-peripheren Ganglions 0,02 mm.

Als weitere vom radiären Nervenstamm selbst sich abzweigende Nerven führe ich auf:

Nervus lateralis III, rechts und links je einer (Fig. 7, Taf. XII). Es sind die schwächsten der Lateralnerven. Ihre Verzweigung beginnt bald nach ihrem Eintritt in die seitlichen Körperteile und strahlen sie sich mehr und mehr verästelnd bis zu der Haut, dem Körperepithel. Einzelne der Aeste nehmen ihren Weg zum Epithel der ventralen Seite. Kurz nach dem Austritt dieser Nerven, welcher noch im Bereich eines Ganglions des ventralen Zellbelages geschieht, tritt der Nervenstamm in den Bereich der Intervertebralmuskeln ein.

Über den Verlauf der zum Epithel ziehenden Nervenäste ist noch einiges hinzuzufügen. Betrachtet man Fig. 1 auf Taf. XIII, so

sieht man, wie das Epithel der Ventralseite vor allem versorgt wird durch die Nerven, welche vom Ganglion ventrale ausgehen, und daß der zwischen je zwei Ganglien liegende Teil der Ventralseite besonders nervöser Natur ist. Zwischen diesen beiden hauptsächlich mit Nervenendigungen versehenen Stellen sind nur im geringeren Maße solche vorhanden. Von welchen Nervenzügen diese herrühren, ist bereits besprochen.

Weiter ist aus Fig. 2 auf Taf. XIII der eigentümliche Verlauf der Nervi apicales ersichtlich, welche nach der dorsalen Medianlinie des Armes zu streben und fortwährend Äste zum Hautepithel entsenden. Diese besonders nervösen Stellen der Rückenhaut entsprechen in ihrer Lage denen der ventralen Seite, sie liegen ebenfalls zwischen je zwei Wirbeln und lassen sich am lebenden Tiere als die besonders prominierenden Stellen der Rücken- wie Bauchfläche bezeichnen.

Zu diesen Nerven kommen noch zehn Nervenäste hinzu, welche LUDWIG[1]) aufgefunden hat und welche zu den Bursae führen, die Nervi bursarum. Sie entspringen aus dem Ganglion pedale des zweiten Mundfüßchenpaares.

Von den soeben beschriebenen Nerven war bekannt ein sog. Füßchennerv, wie er von den Autoren genannt wird und durch TEUSCHER[2]) war der Nerv. intervertebralis I abgebildet worden. Über seinen Ursprung aber erfahren wir nichts genaueres. LUDWIG[3]) hat dann den Verlauf dieses Nerven geschildert. Nicht übereinstimmen kann ich mit ihm, wenn er die Nerven zu den Mundfüßchenpaaren vom radiären Nervenstamm herleitet. Sie entspringen unstreitig vom Gehirnring und habe ich sie bei Besprechung desselben zu beschreiben.

Der ventrale periphere Zellbelag wird in ganzer Ausdehnung von einer hyalinen, sich nicht färbenden Membran gegen den Schizocoelkanal abgegrenzt; diese ist in Fig. 6 auf Taf. XIV mit *M.* bezeichnet. Bei Besprechung der Schizocoelräume komme ich nochmals auf dieselbe.

---

1) LUDWIG, Neue Beiträge zur Anatomie der Ophiuren, in: Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 34, 1880.

2) TEUSCHER, Jenaische Zeitschrift, Bd. 10.

3) LUDWIG, Morpholog. Stud. an Echinod., in: Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 31, 1878.

4. Der Gehirnring.

Der Gehirnring liegt nicht mit den radiären Nervenstämmen in einer Ebene, sondern höher als diese und steigen die letzteren, ehe sie denselben bilden, aufwärts, wie Fig. 3 auf Taf. XIII zeigt. Dieser Längsschnitt durch das ganze Tier zeigt am besten den Verlauf des Gehirns unmittelbar in der Nähe des Schlundes. Er wird da, wo die fünf Mundfüßchen liegen, nur von einer geringen Menge verkalkter Bindesubstanz überdeckt, wie Fig. 1, Taf. XIII zeigt.

Der Gehirnring liegt wie die radiären Stämme in einem Hohlraum, einem zirkulär verlaufenden Schizocoel-Ringkanal. Er ist nicht im Zentrum desselben quer aufgehangen, sondern liegt meist so, daß der Kanal als einlumig erscheint, und oralwärts direkt an die Bindesubstanz zu stoßen scheint (Fig. 1, Taf. XIV).

Querschnitte durch den Gehirnring zeigen, daß der ventrale Zellbelag in zwei Anhäufungen oder Ganglien getrennt ist. Ein solches Bild giebt der Gehirnring unmittelbar nach dem Eintritt eines Nervenstammes (Fig. 4, Taf. XIV). Dabei ist der dorsale Zellbelag mit seinen großblasigen Zellen und seinen Nervenfasern, welche ebenfalls zirkulär verlaufen, sehr gut zu beobachten.

Ein Querschnitt an der Stelle, wo eins der fünf Mundfüßchen entspringt (Fig. 1 auf Taf. XIV), zeigt beide Ganglien in ungleicher Gestalt. Das dem Darme zugekehrte ist gut ausgebildet, während das zweite weniger hervortritt, dafür aber viele Ganglienzellen im Innern der konzentrisch verlaufenden Nervenfasermasse liegen. Fig. 2, Taf. XV zeigt hingegen wiederum beide Anhäufungen von Zellen deutlich hervortretend.

F e i n e r e r B a u. Während in den radiären Nervenstämmen die Zellen mit ihren kugeligen Kernen keine besondere Differenz im Bau zeigten, können wir im Gehirnring z w e i v e r s c h i e d e n e F o r m e n v o n Z e l l e n unterscheiden, welche man wohl beide als Ganglienzellen zu deuten haben wird, da Stützfasern von keiner Zelle ausgeschieden sind. Sie fehlen im Gehirnring vollständig. Beide Zellformen unterscheiden sich zunächst durch ihre Größe. Die einen sind p e r i p h e r gelagert, von kleinerer Gestalt und besitzen einen kugligen Kern, welcher sich tief dunkel färbt.

Die zweite Zellform zeichnet sich durch ihren großen Leib aus, dessen feinkörnige Substanz mäßig den Farbstoff aufnimmt, und durch einen großen Kern, von ebenfalls kugliger Gestalt.

Dieser Zellkern färbt sich nur wenig und sind so diese Zellen leicht von den übrigen zu unterscheiden. Dabei liegen sie mehr zentral, umhüllt von den kleineren Zellen (Fig. 4, Taf. XIV).

Die Zellgrenzen der kleineren Zellen sind sehr schwer zu erkennen und kann ich über ihre Form wenig aussagen. Der Kern mißt 0,003 mm.

Die großen Ganglienzellen, wie sie Fig. 5 auf Taf. XV zeigt, besitzen eine ovale Gestalt und lassen einen oder mehrere Fortsätze, welche der Nervenfasermasse zugekehrt sind, erkennen. Ihre Größe variiert zwischen 0,007 mm und 0,01 mm. Ihr Kern mißt 0,004 mm. Beide Kernformen zeigen ein Kernnetz sehr deutlich erhalten.

Die Ganglienzellen des dorsalen Belages zeigen dieselben Formen wie in den radiären Nervenstämmen. Sie sind an einzelnen Stellen angehäuft, ohne daß aber eine besondere Regel sich aufstellen ließe (Fig. 2 auf Taf. XIV).

Diese beiden Zellformen, welche schon im letzten Abschnitt des Nervenstammes hervortreten, sind bisher noch nicht beobachtet worden. Es unterscheidet sich somit der Gehirnring vom Nervenstamm ganz wesentlich im Bau (ausgenommen Ophiothrix fragilis).

5. Die vom Gehirnring austretenden Nervenzüge.

Vom Gehirnring treten eine ganze Reihe größtenteils bisher unbekannter Nervenzüge aus, so zunächst zehn Nervenzüge zu den zehn oberen Mundfüßchen; zwischen diesen gelegen fünf Nervenzüge zu den inneren adoralen Muskeln (Musc. interrad. adoral. intern.) und zu den äußeren (Musc. interrad. adoral. extern.).

Außerdem treten zehn Nervenzüge vom Gehirnring aus in die Wandung des Schlundes ein (Fig. 2, Taf. XIV). Es verlaufen diese Nervenzüge der Bindesubstanzschicht des Darmes aufliegend zwischen den basalen Fortsätzen der Schlundepithelzellen.

Verfolgen wir den Austritt der Nervenzüge, welche zu den Muscul. interrad. ziehen, so sehen wir, wie der größte Teil ihrer Nervenfasern aus der zentralen Masse des Gehirnringes austreten und wie Ganglienzellen ihnen peripher aufliegen. Es kommt zur Bildung eines Ganglions, das heißt einer Anhäufung von Ganglienzellen nicht weit nach dem Ursprung des Nerven, wie Fig. 2 auf Taf. XV zeigt, und hierauf tritt eine Gabelung ein, indem die einzelnen Züge zu den inneren Interradialmuskeln ziehen und diese

geradezu umspinnen (n^1 und n^2 in Fig. 2). Diesen Nervenzug will ich als Nerv. muscul. interrad. intern. bezeichnen im Gegensatz zu einem zweiten, dem Nerv. muscul. interrad. extern., welcher sich direkt zu den äußeren Muskeln (*Mie* in Fig. 2) wendet und diese umspinnt. Auch hier kommt es zur Bildung eines Ganglions. Beim Ursprung des letzten Nerven beteiligen sich unstreitig auch Fasern und Zellen des dorsalen Belages neben solchen der zentralen Nervenmasse.

Geschichtliches. Der Bau des Gehirnringes mit seinen zweierlei Ganglienzellen war bisher unbekannt, denn auch der letzte[1]) Untersucher der Ophiuren ließ die ferneren Verhältnisse absichtlich unberücksichtigt.

Koehler hält den dorso-peripheren Zellbelag für bindegewebiger Natur, sowohl im Gehirnring wie in den radiären Nervenstämmen.

Ich glaube aber, daß er, sobald gezeigt worden ist, daß die dorsalen Intervertebral-Nerven ihren Ursprung allein aus diesem Zellbelag mit seinen Fasern nehmen, nicht anstehen wird, seine Ansicht fallen zu lassen und mir beizupflichten.

Über die Arbeit von Apostolidès[2]), soweit sie das Nervensystem anlangt, habe ich folgendes zu bemerken. Seine Angaben stehen mit denen sämtlicher übriger Forscher in Widerspruch, wie Koehler schon hervorhebt. Auf seine Resultate einzugehen verlohnt nicht der Mühe, da Figuren wie Fig. 4 auf Taf. X nur gewonnen werden können, wenn man nicht gut konserviertes Material vor sich hat. Ob das, was uns in Abbildungen gezeigt wird, überhaupt das Nervensystem darstellt, ist mir überdies noch sehr fraglich.

6. Die Hautnerven und die Nervendigungen.

Der Ursprung der zur Haut ziehenden Nervenzüge ist bereits geschildert worden, so daß ich nur hier die Verzweigungen in der verkalkten Bindesubstanz bespreche.

Ein Blick auf das Querschnittsbild Fig. 6 auf Taf. XIV zeigt, in welcher Weise die bisher noch unbeschrieben gebliebenen Nerven sich verästeln und zur Haut strahlen.

---

1) Koehler, Appareil circulatoire des Ophiures, in: Annal. d. scienc. natur., 7. Sér., Bd. 2, 1887.

2) Apostolidès, Anatomie et Développement des Ophiures, in: Arch. Zool. expér., T. 10, 1882.

Die einzelnen Nervenbündel von feinsten eng miteinander verbundenen Nervenfasern verlaufen in der Bindesubstanz, welche unverkalkt geblieben ist und in den Lücken und Hohlräumen der Kalkplatten liegt. Alle die hellen Stellen in der Figur werden von dem Kalkskelett eingenommen, welches durch Säurebehandlung entfernt worden ist. Man hat sich die unverkalkte Bindesubstanz als ein Maschennetz vorzustellen, in welchem die Maschen von dem Kalkskelett eingenommen, die Fäden aber die restierende Bindesubstanz vorstellen. In letzterer eben verlaufen die Nervenzüge.

Der Durchmesser derselben, annähernd kreisrund, schwankt zwischen 0,01 und 0,004 mm. Große Ganglienzellen, welche die fixen Bindesubstanzzellen an Größe des Kernes überragen, liegen ihnen peripher aufgelagert und da, wo eine Teilung eines Nerven eintritt, gewöhnlich in größerer Anzahl. Es lassen sich alle Nervenzüge bis zum Körperepithel verfolgen; hier enden sie in eigentümlicher Weise.

Das Körperepithel, die Epidermis besteht mit Ausnahme weniger getrennt zu besprechender Stellen aus einer Schicht von Zellen, welche annähernd kubisch geformt sind. Am erwachsenen Tiere sind die Zellgrenzen nicht mehr wahrnehmbar und die Zellkerne von kugliger Gestalt lagern in einer feinkörnigen Substanz. Ja es kann sogar vorkommen, daß die Epidermis von der Cutis, der verkalkten Bindesubstanzschicht kaum zu trennen ist, weil eine Basalmembran fehlt.

An gut konservierten Tieren ist ein einschichtiges Epithel stets zu unterscheiden. Erkennt man ein solches nicht, so ist das Material nicht in zur Untersuchung dienlichem Zustande.

Eine Cuticula, welche je nach der Konservierungsflüssigkeit bald stark, bald in geringerem Maße hervortritt, überzieht das Epithel und fehlt nur an wenigen Stellen. Ihre Dicke beträgt 0,002 mm; die Höhe des Epithels 0,005 mm.

An denjenigen Orten nun, wo ein Nervenzug in senkrechter Richtung zum Epithel tritt, ist derselbe verdickt. Der Nervenzug endet, indem er sich trichterförmig ausbreitet und Fasern nach den verschiedenen Richtungen im Umkreis der Zellenanhäufung ausstrahlen, während ein Teil in den Epithelzellen zu enden scheint. In welcher Weise die Endigung vor sich geht, ist bei der Kleinheit des Objektes nicht zu erkennen und Mazerationspräparate ließen mich vollständig im Stich. Da ich nun aber in den Füßchen und an anderen Stellen des Körpers bessere Resultate erhalten

habe, so kann man vielleicht mit Recht schließen, daß die allgemein und am öftersten vorkommende Nervenendigung nicht verschieden sein möge von der an speziellen Stellen sich findenden.

Am Eingange und im Innern der Geschlechtstaschen (Bursae) ist das Körperepithel stark verdickt. Hier stehen Wimperzellen oft in Trupps angeordnet, welche durch ihre sich tief dunkel färbenden Zellkerne hervortreten, da die Kerne der gewöhnlichen Epithelzellen mit neutraler Karminlösung sich nur hellrosa färben. Diese Zellen haben eine zylindrische Gestalt und verjüngen sich basalwärts in feine Fortsätze. Fig. 7 auf Taf. XIV giebt eine Nervenendigung im Wimperepithel einer Bursa wieder.

Die schönsten Nervenendigungen kann man aber an den Füßchen von Ophiothrix fragilis sehen.

7. Die Sinnesknospen der Füßchen von Ophiothrix fragilis.

Die Füßchen dieser Art sind, wie man schon bei schwacher Lupenvergrößerung erkennt, über und über bedeckt mit Hervorragungen, welche sich kegelförmig von der Spitze desselben bis zur Basis erheben.

Die Füßchen sind am Spiritusmaterial weiß-gelblich gefärbt; in ihren Enden ist Pigment von nicht mehr bestimmbarer Farbe angehäuft.

Wie man an vollständig ausgestreckten Füßchen sieht, stehen die Sinnesknospen in Reihen angeordnet, welche sich in bestimmten Zwischenräumen folgen. Geht der Querschnitt mitten durch eine solche Reihe, so bekommt man alle diese Sinnesorgane quer durchschnitten. Dies ist natürlich selten der Fall, da die Füßchen immer mehr oder minder gekrümmt sind. Fig. 3 auf Taf. XV giebt einen Querschnitt durch ein Füßchen lediglich zur Orientierung der einzelnen Schichten wieder. Zwischen den Sinnesknospen besteht die Haut aus einschichtigem Epithelbelag. Unterhalb des Epithels folgt die Bindesubstanzschicht, in welcher die Knospen mit ihrem inneren Teile liegen. Eine hyaline elastische Membran grenzt diese Schicht ab gegen die Längsmuskelschicht und das den zentralen Hohlraum auskleidende Epithel. In jedem Füßchen verläuft ein Nervenzug, von der Basis bis zur Spitze in einer geraden Linie, in der Bindesubstanzschicht der elastischen Membran gelagert (*N* in Fig. 3, Taf. XV).

Dieser Nervenzug, welcher in Fig. 4 auf Taf. XV vergrößert dargestellt ist, besteht aus feinsten, parallel zur Fußaxe verlaufenden

Fasern und einem peripheren Ganglienzellenbelag. Auch zwischen den Fasern können Zellen vorkommen.

Zwei Sinnesknospen zeigt dieselbe Figur 4 der Länge nach durchschnitten. Ihre Gestalt kann wohl mit der eines Kegels verglichen werden. Die Spitze, welche kuglig aufgetrieben ist, läßt noch an den Spirituspräparaten feine, offenbar meist abgebrochene Stäbchen erkennen, Sinnesborsten, wie wohl mit Recht zu sagen ist.

Der vordere Abschnitt dieser Knospen zeigt eine Längsstreifung, welche auf die Gestalt der Zellen, die die Knospe zusammensetzen, ein Licht zu werfen geeignet ist. Die große Menge der Zellkerne, welche in mehreren Reihen übereinander gelagert, den basalen Teil der Sinnesknospe ausfüllen, gehören zu fadenförmigen Zellkörpern, welche in einer kaum hervortretenden Anschwellung den ovalen Kern tragen. Basalwärts setzen sich diese Zellen in feinste Fasern fort, Nervenfibrillen, welche in Gestalt eines Nervenbündels an der Basis austreten und nach dem Zentrum des Füßchens zustreben (*kn* Fig. 4).

Die Sinnesknospen liegen in Reihen angeordnet, wie ich schon hervorhob. Entsprechend dieser Lage treten in jeder Reihe aus dem Hauptnerven, welcher zur Fußachse parallel lagert, rechts und links Nervenfibrillen aus, welche konzentrisch verlaufen. Zu diesen ziehen die einzelnen Nervenzüge der Sinnesknospen, wie Fig. 3 und Fig. 4 auf Taf. XV zeigt. Der Ringnervenzug ist mit *rn*, der von einer Knospe kommende mit *kn* gekennzeichnet, der Hauptnerv mit *hn*. Die Länge dieser Knospen beträgt bis 0,1 mm, ihre größte Breite 0,05 mm, die Breite des ganzen Füßchens im unteren Teile etwa 0,4 mm. Da die einzelnen Nervenzüge keineswegs leicht zu erkennen sind, so hat man verschiedene Methoden zu ihrem Nachweise anzuwenden, besonders gut zeigen Osmium-Pikrokarminpräparate dieselben.

8. Das Nervensystem von Ophiothrix fragilis.

Viele der bei der vorigen Art nicht ganz deutlich hervortretenden Verhältnisse lassen sich bei dieser größeren Form besser erkennen. Die einzelnen vom radiären Nervenstamm entspringenden Nerven sind kompakter, größer und die Ganglienzellen sowohl im ventralen wie dorsalen Belag mit ihren Fasern in mancher Hinsicht besser zu studieren.

Der radiäre Nervenstamm zeigt wie bei der vorigen Art einen gegliederten Bau. Er zerfällt in Strecken mit ganglionären

Anschwellungen und solche, wo nur ein einfacher einschichtiger Zellenbelag vorhanden ist. Der bilaterale Bau des Nervenstammes tritt bei dieser Gattung aber noch weit deutlicher hervor. Man kann im Bau der Ganglien eine sich an allen Stellen des Nervenstammes gleichbleibende Anordnung in der Lagerung der Ganglienzellen erkennen. Es sind diese nicht in einer gleichmäßig starken Anhäufung vorhanden, wie es bei Ophiogl. alb. der Fall war (vergl. Fig. 5, Taf. XIII), sondern in Trupps gesondert, welche auf dem Querschnitt als Pyramiden in die zentrale Nervenfasermasse hineinragen (Fig. 6, Taf. XV), und zwar in der Weise, wie es die Fig. 6 zeigt. Jederseits von der Mittellinie sind zwei Anhäufungen zu erkennen, welche in der Mitte des Ganglions am stärksten hervortreten, an den Enden desselben nach und nach verstreichen. Eine solche Lagerung hat Simroth [1]) bei Ophiactis virens beschrieben. Für mich lag besonders deshalb ein Grund vor, diese Angaben nachzuprüfen, weil sie von Ludwig [2]) ebenso wie der radiäre Bau überhaupt bestritten worden sind. Simroth beschreibt fünf solche Ansammlungen. Es herrscht also hiernach eine Verschiedenheit bei den verschiedenen Formen vor. In diesem ventralen Zellenbelag kann ich sehr deutlich eine periphere Schicht kleinerer Zellen von den großen zentral gelagerten Ganglienzellen unterscheiden. Die kugligen Zellkerne der ersteren messen 0,003 mm, die der letzteren 0,006 mm.

Der dorsale Zellenbelag und seine Fasern. Konnte ich schon bei den kleinen Ophiogl. alb. nachweisen, daß aus den Fasern derselben sich die Intervertebralnerven bilden, so ist der Beweis hierfür bei dieser großen Form noch deutlicher zu erbringen. Fig. 7 auf Taf. XV zeigt, wie stark die Ansammlung dieser dorsal-peripheren Nervenfasern *nf* ist. Auch hier liegen die Ganglienzellen hauptsächlich peripher dem austretenden Nervenzug auf.

Stützzellen treten in dem ventralen Zellenbelag da auf, wo die Nerven zur Bildung des Ganglion basale — an der Fußbasis gelegen — austreten. Der austretende Nervenzug ist ventralwärts von einer Schicht Stützzellen überlagert, während dorsalwärts und zwischen seinen Fasern Ganglienzellen liegen. Das Ganglion

1) Simroth, Anat. u. Schizoz. d. Ophiactis virens, in: Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 27, 1887.

2) Ludwig, Neue Beitr. z. Anat. d. Ophiuren, in: Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 34, 1880.

basale ist auf dem Querschnitt halbkreisförmig und besitzt eine periphere Schicht von Ganglienzellen, deren Kerne deutlich hervortreten, während ihre Grenzen wenig oder gar nicht zu erkennen sind. In jedem Ganglienknoten des ventralen Ganglienzellenbelages sind in der Mittellinie Stützfasern ausgespannt, wie Fig. 9 auf Taf. XV zeigt.

Die peripheren Nervenzüge besitzen im Verhältnis zu denen der Ophiogl. alb. einen weit mäßigeren Bau und verzweigen sich nicht in der dort geschilderten Weise. Während bei letzterer Art die Nervenendigungen überall auf der Haut beobachtet wurden, so sind bei Ophiothrix dieselben auf die Stacheln zu liegen gekommen, welche auf der Schale als kurze gedrungene oder längere Gebilde stehen, und auf den Armen als lange, schwach bedornte, an den Enden abgestumpfte Organe in Trupps sitzen.

Zu jedem dieser Stacheln zieht ein starker Nervenzug. Vor seinem Eintritt in der verkalkten Bindesubstanz bildet derselbe ein Ganglion von ungemeiner Größe. Der Nervenzug tritt in den Stachel ein und verläuft in dessen bindegewebiger Achse, Äste radienartig nach allen Seiten der Haut aussendend. Um den weiteren Verlauf dieser Nerven zu schildern, ist die Kenntnis des Baus der Stacheln nötig.

Der Bau der Stacheln von Ophiothrix fragilis. -

Untersuchen wir die entkalkten Stacheln auf Längsschnitten, so erhalten wir folgendes Bild:

Die Epidermis setzt sich an der Basis der Stacheln auf diese fort und ist überall deutlich getrennt von der Cutis. Die Bindesubstanzschicht ist in der Weise angeordnet, daß sie als axialer Strang die Stacheln durchsetzt und gleichsam durch radienartig verlaufende Fäden in ihrer Lage befestigt wird. Diese Fäden oder Stränge gehen unter rechten Winkeln vom axialen Stamm ab und treten in Verbindung mit der geringen Bindesubstanzschicht, welche basal von der Haut liegt.

Bei einem Stachel von 0,2 mm Durchmesser ist der axiale Nervenzug 0,01 mm dick.

Das Ganglion, welches vor seinem Eintritte sich findet, hat eine Breite von 0,05 mm bei einer Länge von etwa 0,1 mm!

Von der Fläche betrachtet zeigt das Epithel des Stachels eine eigentümliche Ansicht. Außer den gewöhnlichen Epithelzellen, deren mit Karmin hellrosa gefärbte Kerne hervortreten,

treten in eiförmige Gruppen gesonderte Zellen vor, deren Kerne sich tief dunkel färben. Diese Zellen sind die nervösen Endzellen. Zu ihnen treten feinste Nervenäste hinzu. In welcher Weise diese Endigung geschieht, habe ich bei der Kleinheit des Objekts nicht zu enträtseln vermocht. Aber anzunehmen, daß die Endigung eine andere sei, als ich sie in den Sinnesknospen der Füßchen beschrieben habe, dazu liegt kein Grund vor (Fig. 10 und 11, Taf. XVII).

Der Verlauf der von den radiären Nervenstämmen sich abzweigenden Nervenäste. Die metamere Gliederung der Nervenstämme habe ich bereits dargelegt und ich möchte in Kürze den Verlauf eines Nervenastes geben. Im Bereiche der Intervertebralmuskeln tritt aus dem Nervenstamm jederseits ein kräftiger Nervenast aus, welcher eine Höhe von 0,04 mm besitzt, während der Nervenstamm nur 0,07 mm hoch ist (Fig. 1 auf Taf. XVI). An dieser Figur tritt der schwachen Vergrößerung wegen die Beteiligung der dorsalen Fasermasse bei der Bildung der Nerven nicht mit hervor. Um diese zu zeigen, habe ich in Fig. 9 auf Taf. XV einen Querschnitt durch den Nervenstamm gegeben, da wo der zum Ganglion basale austretende Nerv entspringt. Auch sind auf dieser Figur die Stützfasern in der Mitte des Nerven zu sehen.

Dieser Nerv. lateral. tritt in die verkalkte Bindesubstanz ein, um alsbald ein im spitzen Winkel der ventralen Mittellinie zu laufendes dünnes Nervenbündel abzugeben. Die übrige Masse läuft im Bogen in den Seitenwirbeln dem Coelomepithel nahe bis zum Rücken. Von Zeit zu Zeit tritt ein kräftiger Ast aus, um zu den Stacheln zu ziehen. Eine kurze Strecke nach dem Ursprung liegt das schon erwähnte Ganglion, g, g^1, g^2, welches allen diesen Nerven ohne Ausnahme zukommt. Eine dichotomische Teilung dieser Nerven findet statt, wenn auch seltener; meist treten sie ohne weitere Verzweigung in den Stachel ein. Von einem so zierlichen Ausstrahlen der Lateralnerven, wie ich es bei Ophiogl. albid. aufgefunden habe, ist hier also nicht die Rede.

Ein in den Stachel eintretender Nervenzug mit seinem Ganglion ist in Fig. 11 auf Taf. XV wiedergegeben. Das Ganglion setzt sich zusammen aus peripher gelagerten, dunkelkernigen Zellen, welche eng aneinander gepreßt liegen und sämtlich multipolär sind, wie man an feinen Schnitten erkennt. Zwischen den Fasern selbst liegen bipolare Ganglienzellen, deren spindliger Zellkern deutlich hervortritt, während die Zellsubstanz, welche den Kern umhüllt, fast ganz reduziert ist. Außer diesen zwischen den Fasern gelegenen

Zellen — welche in allen vom radiären Nervenstamm entspringenden Nervenästen sich finden — trifft man peripher gelagerte ebenfalls an, wie die gleiche Figur 11 zeigt.

9. Der Fühler und das Ende des radiären Nervenstammes. (Ophiothrix fragilis.)

Betrachtet man die Enden der Arme, so zeigen sich dieselben zugespitzt. An Spirituspräparaten sind die Spitzen bei unserer Art weißlich. Die letzten Glieder jedes Armes tragen, wie bekannt ist, Haken neben ihren bedornten Stacheln. Diese Haken stehen paarweis angeordnet seitlich neben den Füßchen. Ihren Bau, ihre Muskulatur und Nerven schildere ich unten. An jedem Ende eines Armes liegt ein unpaarer Fühler auf der Ventralseite. Er wird überdacht und umhüllt von einer gewölbten Kalkplatte, wie das am besten Fig. 3 auf Taf. XVI veranschaulicht. Der Fühler selbst ist weit hervorstreckbar. Er kann sich so stark verkürzen, daß er vollständig von der Platte überdeckt wird. Diese liegt selbstverständlich in der Bindesubstanz der Rückenwand und ist von einem Plattenepithel überzogen.

Im Fühler endet das radiäre Wassergefäß blind. Seine Wandung setzt sich aus denselben Schichten zusammen wie die der Füßchen, nur ist dieselbe sehr dünn. Ein Längsschnitt durch das Armende zeigt den Verlauf des radiären Nervenstammes und seinen Übergang in den Fühler in Fig. 2 auf Taf. XVI.

Zunächst fällt die ungemein stark ausgeprägte Gliederung des Nervenstammes auf. Weiter sind die Ganglien selbst im Vergleich zu ihren Verbindungsästen sehr verdickt, sie folgen sich in kürzeren Zwischenräumen, da die Armglieder verkürzt sind. Will man daher die Gliederung des Nervensystems demonstrieren, so eignen sich die Armenden hierzu vorzüglich.

Was den feineren Bau anlangt, so sei bemerkt, daß die Zellen des ventralen Zellenbelages, welche zwischen je zwei Ganglien liegen, Stützfasern ausgeschieden haben. Am Fühler bildet der Nervenstamm ein basales Ganglion, von dem aus ein Nervenzug in die Wandung desselben eintritt und in Epithelsinneszellen der Spitze endet.

10. Die beweglichen Haken von Ophiothrix fragilis.

Am erwachsenen Tiere ist das Armende in der Länge von ungefähr einem Centimeter von Haken besetzt, wie sie Fig. 4 auf

Taf. XVI wiedergiebt. Über diese Gebilde finde ich keine nähere Beschreibung vor. Daß sie, wie ich sogleich zeigen werde, beweglich sind, ihre eigene Muskulatur haben, ist unbekannt. Mit diesem Nachweise aber fallen diese von den Systematikern schlechthin als Haken bezeichneten Organe zusammen mit jenen von LUDWIG bei Trichaster elegans aufgefundenen Gebilden, welche er als einarmige Pedizellarien beschrieben hat. Diese einarmigen Pedizellarien treten sehr frühe an dem jungen Ophiothrix auf. In der mikroskopischen Sammlung des hiesigen Institutes befindet sich ein von KEFERSTEIN in Bergen gefundenes Tier, welches kaum einen halben Centimeter mißt. Dieses zeigt an sämtlichen Armgliedern diese Organe von derselben Gestalt wie die unserer Art. Der bewegliche zweistachlige Haken ist 0,13 mm lang; während an der erwachsenen Oph. frag. die Länge 0,16 mm beträgt.

Fig. 4 ist nach einem Längsschnitt durch einen halb entkalkten Haken entworfen. Das Epithel überzieht denselben und ist zwischen den beiden gekrümmten Spitzen und unterhalb der kleineren verdickt. Die übrige Masse besteht aus Bindesubstanz, in der die Haken ausgeschieden sind. Zwei Muskelgruppen, ein Beuger und ein Strecker inserieren am Haken und dem basalen Kalkstück. Sie bestehen aus glatten Muskelfasern.

Unterhalb des Epithels diesem anliegend verläuft ein Nervenzug. Er entspringt aus einem Ganglion, einer peripheren Ansammlung von Ganglienzellen und tritt in den Haken ein, wie die Figur zeigt. Von ihm gehen Nervenfasern ab zur Muskulatur, sowie zu den verdickten Epithelpartieen.

11. Der Bau der Füßchen von Ophioglypha albida und die Nervenendigungen in denselben.

Die Füßchen dieser Art zeigen einen einfacheren Bau als die der Ophiothr. fragil. Wir finden jene Sinnesknospen gleichsam nur angedeutet vor, indem es nur zu allerdings schwach ausgebildeten papillenähnlichen Anhäufungen der Epithelzellen kommt.

Die um die Mundöffnung stehenden Füßchen besitzen einen abweichenden Bau, was das Epithel anbetrifft. Im übrigen wird ihre Wandung aus denselben Schichten gebildet. In jedes Füßchen führt ein Ast des radiären Wassergefäßes, um in dem konisch zugespitzten Endteil blind zu enden. Die Wandung selbst ist dünn (Fig. 1 auf Taf. XV) und setzt sich zusammen 1) aus dem

äußeren Körperepithel, 2) einer sehr gering entwickelten Bindesubstanzschicht, von welcher nach innen zu 3) eine elastische Membran aufliegt. Unterhalb derselben folgt 4) eine aus Längsmuskelfasern bestehende Muskelschicht, während den Hohlraum selbst ein einschichtiges Epithel auskleidet.

Das äußere Körperepithel besteht am vollständig ausgestreckten Füßchen bis auf bestimmte Stellen aus einer Schicht von ungefähr kubischen Zellen, deren Grenzen gegeneinander aber sehr schwierig zu beobachten sind. Gegen die Spitze zu nimmt dieses Epithel stellenweise an Dicke zu, indem Zellenanhäufungen sich finden. An der Spitze selbst haben die an den Armen sitzenden Füßchen ein äußerst verdicktes Epithel. Es mißt hier 0,01 mm gegen 0,004 mm an den basalen Stellen. Lange fadenförmige Zellen, welche den Kern in verschiedener Höhe tragen können, setzen dasselbe hier zusammen. Basalwärts laufen diese Zellen in feinste Fasern aus, wie ich an allerdings nur mangelhaften Mazerationspräparaten mich überzeugen konnte. Diese Fortsätze treten in die basal gelegene, an der Spitze stark verdickte Nervenfaserschicht ein. Diese Epithelsinneszellen, denn solche haben wir doch ohne Zweifel vor uns, trifft man nur am vorderen Ende des Füßchens, wie Fig. 1 auf Taf. XV erkennen läßt.

12. Die Mundfüßchen.

Die Mundfüßchen zeigen eine stärkere Entwicklung des Epithels. Ein Längsschnitt durch ein solches in Fig. 16 auf Taf. XVI zeigt die verschiedenen Schichten, welche die Wandung dieser konisch zugespitzten Füßchen zusammensetzen. Auf das Epithel folgt eine Bindesubstanzschicht, welche nach der Längsmuskulatur zu durch eine glasig helle Membran abgegrenzt ist, welche bei Kontraktion der Wandung in feinste Falten gelegt ist. Der Hohlraum, welcher die Achse erfüllt, endigt blind in der Spitze und wird von annähernd kubischen Wimperzellen ausgekleidet, während amöboide Zellen in seiner Flüssigkeit flottieren. Ein Nervenzug, welcher auf dem Querschnitt in Fig. 7, Taf. XVI dargestellt ist, tritt in die Wandung ein und verläuft in der Epithelschicht. Er ist mit *N* bezeichnet. Das Epithel besteht aus fadenförmigen Zellen, welche an der Spitze ihre größte Länge erreichen. Der Nervenzug bildet an der Basis dieser Zellen ein Nervenpolster, welches aus feinsten Nervenfibrillen besteht, zwischen denen kleinere Ganglienzellen hervortreten. An den Epithelzellen lassen sich auf Mazerations-

präparaten feinste basale Fortsätze erkennen, welche in die Nervenschicht eintreten. Sie zeigen dasselbe Lichtbrechungsvermögen wie die Nervenfibrillen und unterscheiden sich auch in ihrem übrigen Bau nicht von diesen, deshalb nehme ich diese Zellen als Epithelsinneszellen in Anspruch.

13. Die Keulen-Stacheln.
(Ophiomastix annulosa M. u. Tr.)

Bei den Gattungen Astroschema Ltk. und Ophiocreas Lym., Ophiomastix u. a. finden sich auf den Armen neben den gewöhnlichen Stacheln solche von keulenförmiger Gestalt vor, welche die ersteren an Größe überragen. Sie stehen bei den genannten Gattungen auf der ventralen Seite, bei anderen auf der dorsalen.

Unter den im Besitze des Göttinger Museums befindlichen Ophiuren zeigten eine große Anzahl diese Keulenstacheln ausgezeichnet konserviert, so daß eine Untersuchung ihrer Gewebe möglich war.

Das abgerundete keulenförmige Ende zeigte an sämtlichen Exemplaren einen weißen Anflug, welcher, wie ich sofort zeigen werde, der Ausdruck des an der Spitze unmäßig verdickten Epithels ist. Schabt man Fetzen dieses Epithels ab und untersucht es nach Färbung mit neutraler Karminlösung in Glycerin, so erkennt man die 0,4 mm langen feinen Epithelzellen sehr deutlich, während basalwärts eine feine Fasermasse — Nervenfasern — angetroffen werden.

Zerzupfungs- und Klopfpräparate lassen weiter stark glänzende Zellen hervortreten, Drüsenzellen. Sie haben einen schlauchförmigen Bau (Fig. 14) und sind mit stark lichtbrechenden Körnchen angefüllt. Basalwärts verjüngt sich die Zelle und hier liegt der eiförmige Kern, unterhalb dessen sich dieselbe in einen feinen Fortsatz verlängert, der oft kleine Varikositäten zeigt. Neben diesen Drüsenzellen bildet die größere Masse des Epithels feinste ungemein lange haarförmige Zellen — Epithelsinneszellen. Solche Zellen sind in Fig. 14, Taf. XV wiedergegeben. Ihr Zellleib ist ungemein schmächtig, ihr Kern liegt etwa zur halben Höhe der Zelle. Der basale Fortsatz ist auf guten Präparaten weit in die basale Fasernschicht zu verfolgen. Er ist sehr zart und leicht abreißbar. In welcher Weise diese Zellen mit den Drüsenzellen zusammen das Epithel bilden, zeigt dieselbe Figur. Was nun die basale Nervenfaserschicht anlangt, so ist dieselbe leicht von

der unter ihr — zentralwärts — liegenden Bindegewebsschicht zu unterscheiden, da ihre Fasern einen gänzlich anderen Habitus als die Bindegewebsfasern haben. Zwischen den Nervenfasern eingestreut liegen Ganglienzellen, und zwar sowohl bi- wie multipolare. Der Kern der Ganglienzellen übertrifft an Größe den der Epithelzellen.

An der Peripherie dieses Epithels ist eine Cuticula an allen (in Alkohol) konservierten Präparaten vorhanden. Ob aber nicht im Leben dieses Epithel mit Wimperhaaren und starren Sinneshaaren versehen ist, bleibt fraglich.

Kapitel 2.

Die Leibeshöhle.
(Enterocoel.)

1. Die Wimperstreifen der Rückenwand in Armen und Scheibe.

Die Leibeshöhle stellt in der Scheibe einen großen Raum dar, in welchem der Darm, die Bursae gelegen sind. Stränge bindegewebiger Natur durchziehen dieselbe und heften die in ihr gelegenen Organe an die Körperwand an.

In den Armen sind die Fortsetzungen der Leibeshöhle nur in Gestalt von engen Räumen vorhanden, da die Wirbel den größten Teil derselben ausfüllen, wie die Querschnittsbilder auf der Tafel XII lehren. In keinerlei Zusammenhang stehen die Enterocoelräume mit den Schizocoelräumen, welche ich weiter unten zu schildern habe.

Das Epithel, welches alle zum Enterocoel gehörigen Räume auskleidet, ist im allgemeinen aus wimpernden kubischen Zellen gebildet, welche einen Durchmesser von 0,005 mm haben (Fig. 13 auf Taf. XV). Diese Zellen können an manchen Stellen sehr abgeplattet sein, so daß die sonst kugligen Kerne eine eiförmige Gestalt zeigen.

Eine besondere Gestalt zeigt das Enterocoelepithel in den Armen und zwar in der Mittellinie der Arme.

Das die Leibeswand der Rückenfläche in der Mittellinie der Arme begrenzende Epithel ist verdickt und wird von Zellen gebildet, welche an Höhe die gewöhnlichen Enterocoel-Epithelzellen

um das Doppelte überragen. Sie messen 0,01 mm. Die Lage dieser Zellen, welche von der Armspitze an bis zur Scheibe ein schmales Band, welches oft eingefaltet sein kann (Fig. 6, Taf. XII) bilden, zeigen die Figuren 1—9 auf der Tafel XII von Ophioglypha albida.

Diese Zellen sind von cylindrischer Gestalt und zeichnen sich durch ihren spindligen Kern aus, welcher sich mit Farbstoffen ungemein stark tingirt. Diese Zellen, von denen Fig. 8 auf Taf. XV welche zeigt, tragen lange, kräftige Wimpern, deren Basalstücke auf den Schnitten stets erhalten sind. Oft kann man auch die Wimpern noch erkennen.

Diese Zellen ähneln, ja gleichen den Zellen, welche bestimmte Hohlräume des Wassergefäßsystems auskleiden. Man kann sie von den Zellen des Steinkanals kaum unterscheiden. Hier wie dort kommt ihnen die Funktion zu, eine starke Strömung zu erregen. In der Leibeshöhle sorgen sie für die Bewegung der Flüssigkeit derselben, in dem Steinkanal für den Ein- und Austritt der in den übrigen Räumen des Wassergefäßsystems zirkulierenden Flüssigkeit. Diese in jedem Arm verlaufende Wimperzellenstreifen reichen bis in die Scheibe, hier gehen sie über in das gewöhnliche Epithel.

2. Der Rückenporus.

Bei Ophioglypha albida liegt excentrisch in der Rückenwand ein Porus, welcher diese durchbohrt und so eine direkte Kommunikation zwischen der Leibeshöhle und dem Seewasser herstellt. Dieser Rückenporus findet sich bei erwachsenen Tieren vor. Ich habe ihn auf zwei Schnittserien aufgefunden, merkwürdigerweise aber auf anderen nicht wiedergesehen, welche allerdings nicht lückenlos waren. Ein Längsschnitt durch diesen Rückenporus giebt Fig. 14 auf Taf. XVI. Der Durchmesser beträgt 0,014 mm. Das Epithel, welches nach außen in das Körperepithel, nach innen in das Enterocoelepithel sich fortsetzt, besteht aus 0,006 mm langen Wimperzellen, deren lange spindliche Zellkerne fast die ganze Höhe der Zellen einnehmen.

Es fragt sich nun, ob wir es hier mit einer den Ophiuren allgemein zukommenden Bildung zu thun haben, oder aber mit einer Bildung, welche sich aus der Jugendzeit erhalten hat. Hierüber müssen wir weitere Untersuchungen abwarten; nur solche, welche in ausgedehnter Weise auf eine größere Anzahl von Formen sich erstrecken, können Aufklärung in dieser Frage bringen.

3. Die Septen und Aufhängebänder.

Wie ich schon hervorhob, wird der Darm durch Aufhängebänder mit der Leibeswand verbunden (Fig. 3 auf Taf. XIII). Aber auch in den Armen trifft man solche Bänder. Vom Wirbel aus ziehen je zwei Stränge zu den Seiten des dorsalen Wimperepithels. Sie sind sehr oft abgerissen, aber auf gut erhaltenen Schnittpräparaten leicht zu erkennen. Fig. 6 auf Taf. XII zeigt dieselben. Sie bestehen hier, wie überall, aus einer auf Bindegewebsfibrillen sich zusammensetzenden Achse, welche peripher vom Leibeshöhlenepithel überzogen wird. Die Dicke dieser Stränge ist oft sehr beträchtlich, so in der Scheibe, und man kann leicht die Fibrillen verfolgen, wie sie sich in der Cutis der Körperwand einerseits, in der Bindesubstanzschicht der Darmwandung andrerseits verzweigen.

Kapitel 3.

Das Wassergefässsystem.

1. Gefäßring und radiäre Stämme.

Das Wassergefäßsystem setzt sich wie bei allen Echinodermen zusammen aus den radiären Wassergefäßen und einem zirkulären perioralen Wassergefäßring. Hierzu kommt der Steinkanal, welcher auf der Ventralfläche nach außen durch die Madreporenplatte mündet.

Seit Simroth [1]) haben vor allem Ludwig [2]), Apostolides [3]) und Koehler [4]) dieses Organsystem untersucht, so daß eine ganze Reihe von histologischen und anatomischen Details bekannt geworden ist.

Im zentralen Teil wie in den peripheren Ästen besteht die Wandung der Gefäße aus einer hyalinen, elastischen Membran, wie Koehler gefunden hat. Diese Membran zeigt oft eine feine Streifung, welche auf eine feine Faltung zurückzuführen ist, sobald die kreisförmigen gleich zu besprechenden Muskelfasern sich

1) Anat. u. Schizogonie d. Ophiact. vir., in: Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 27, 1876.

2) Neue Beitr. zur Anat. d. Ophiuren, ebenda, Bd. 34, 1880.

3) Anat. u. Devéloppem. d. Ophiur., in: Arch. Zool. expér. Bd. 10, 1881.

4) Appareil circulatoire d. Ophiur., in: Ann. Sc. nat. Zool. Bd. 2, 1887.

kontrahiert haben. Diese Membran gleicht der in den Füßchen bei Echiniden und Ophiuren (auch Asteriden) vorkommenden, deren Faltungen oft auf eine Ringsmuskularis gedeutet worden sind.

Sämtliche Gefäße werden von einem Epithel ausgekleidet, welches in gut konserviertem Zustand aus kubischen Zellen sich zusammensetzt, welche eine Wimper tragen. Diese Zellen sind streng gegeneinander abgegrenzt, in derselben Weise wie die im Enterocoel. Ein kugliger Kern liegt in der fein granulierten Zellsubstanz. Ihre Höhe beträgt etwa 0,005 mm.

Zwischen diesem Epithel und der elastischen Membran kommen an verschiedenen Stellen Muskelfasern vor, welche SIMROTH [1]) zuerst gesehen hat.

Im Gefäßring habe ich bei Ophiogl. albida keine Muskelfasern gefunden, während LUDWIG [1]) eine solche als vorhanden, aber nur sehr schwach entwickelt beschreibt.

Durch LANGE und SIMROTH ist der Abgang der paarigen zu den Füßchen ziehenden Wassergefäßäste ausführlich beschrieben worden. Ich füge deshalb nur eine Figur hinzu, welche diese Verhältnisse, vor allem die Lagerung der Muskulatur näher erläutern soll. Fig. 9 auf Taf. XVI giebt das der Länge nach durchschnittene radiäre Wassergefäß wieder. Sein Durchmesser ist kreisrund und nur da, wo rechts und links Äste austreten, ist derselbe trichterförmig erweitert. Immer zwischen je zwei solchen Anschwellungen sind die zirkulären Ringmuskeln gelagert. Es sind breite (0,002 mm) bandförmige, glatte, geschlossene Fasern, denen ein ovaler Kern peripher aufliegt. Aus der ampullenförmigen Anschwellung treten die Äste aus, und an dieser Stelle findet sich der Ventilapparat, welcher bei Asteriden von JOURDAIN [2]), bei Ophiuren von LUDWIG [3]) zuerst erkannt wurde. Es handelt sich um zwei taschenförmige Räume, welche in den Hohlraum des Füßchens hineinragen und zwischen sich nur eine schlitzförmige Oeffnung frei lassen.

Diese beiden Taschen haben folgenden Bau. Sie werden von der hyalinen Membran als Achse gebildet; auf beiden Seiten werden sie vom Epithel des Wassergefäßes überzogen. Eine Muskulatur, wie ich [4]) sie bei den Asteriden als Sphinkter beschrieben und abgebildet habe, fehlt. Wir müssen uns demnach ihre Wirkung

1) Neue Beitr. zur Anat. d. Ophiuren, ebenda, Bd. 34, 1888.
2) JOURDAIN, Comptes rendus, Bd. 65, 1866.
3) Neue Beitr., pag. 345.
4) Die Asteriden, Heft 2 d. Beiträge, Taf. VII, Fig .66.

auf folgende Weise vorstellen. Durch die energische Zusammenziehung der Kreismuskeln des Wassergefäßstammes wird die Flüssigkeit in die Anschwellungen und aus ihnen in die Füßchen zwischen den Ventilen hindurch getrieben. Diese geben nach, um, sobald der Druck aufhört, vermöge der elastischen Membran, welche sie bildet, wieder den Verschluß herzustellen. Daß derselbe nicht ein so fester sein kann als wie der durch einen Sphinkter erzeugte, ist natürlich, aber bei diesen Tieren, welche die Füßchen lediglich als Tastorgane, nicht mehr zum Festsaugen benutzen, auch nicht nötig.

Das radiäre Wassergefäß endet blind im Fühler des Armes. Seine allgemeine Lage ist aus den Querschnittbildern durch einen Arm auf Taf. XII zu ersehen, die des Ringkanales aus Fig. 3 auf Taf. XIII *WGR*.

2. Der Steinkanal und die Madreporenplatte.

Die Lagerung des Steinkanals und der Madreporenplatte, sowie des eng mit ersterem verbundenen drüsigen Organes kann unter zu Grundelegung von Fig. 2 auf Taf. XV in Kürze folgendermaßen geschildert werden. Mit *M* ist die Madreporenplatte — ein Mundschild — bezeichnet worden. In diese tritt der Steinkanal *St.-K.*, welcher nur eine Strecke in seinem Verlaufe der Länge nach durchnitten ist; sein Ursprung vom Wassergefäßring ist durch punktirte Linien angegeben.

Sobald der Steinkanal vom Wassergefäßring *WGR* entsprungen ist, verläuft er im schwachen Bogen als gekrümmtes Rohr, von dem drüsigen Organ *Dr* umgeben, und ist in einen Hohlraum eingetreten, welchen ich als Homologon des schlauchförmigen Kanales der Asteriden, und soweit er bei den übrigen Gruppen vorkommt, auch dieses betrachte. Ich komme auf denselben weiter unten zu sprechen. (Kapitel: Das Schizocoel).

Der Steinkanal ist ein innen glatter Cylinder von etwa 0,06 mm Durchmesser (Ophioglypha albida). Seine Wandung besteht aus einem Wimperepithel, dessen 0,013 mm hohe Zellen den von den übrigen Echinodermen her bekannten Bau zeigen. Die cylindrischen Zellen (Fig. 12, Taf. XVI) besitzen ihrer Basis genähert einen spindligen, sich tief dunkel färbenden Kern. Die Wimpern sitzen mit komplizierten Fußstücken auf den Zellen auf, wie sogar die Schnittpräparate erkennen ließen. Weiter wird die Wandung von einer geringen Menge von Bindesubstanz, Fasern und sternförmigen

Zellen umhüllt. Nach dem schlauchförmigen Kanal zu liegt ein Endothel, abgeplattete Zellen, deren Grenzen nicht erkennbar sind.

Der Steinkanal tritt aus diesem Schizocoelraum (schlauchf. Kanal) heraus und in das zur Madreporenplatte umgewandelte Mundschild ein. Vor seinem Eintritt — dies kann man nur auf Horizontalschnitten erkennen — macht er noch eine spiralige Windung, um sich dann in der Madreporenplatte in noch zu besprechender Weise zu verzweigen. Auf diese spiraligen Windungen des Steinkanales ist wohl zu achten, da man auf Verticalschnitten oft Bilder erhält, die einem vortäuschen, daß eine Kommunikation zwischen seinen Verzweigungen in der Madreporenplatte und dem schlauchförmigen Kanal vorläge, welche keinesfalls vorhanden ist.

Der Steinkanal tritt direkt in die Madreporenplatte, ohne daß es zur Bildung einer sog. Ampulle käme, wie sie bei Asteriden beschrieben worden ist. Ich befinde mich hier im Gegensatz mit LUDWIG[1]), welcher eine solche beschreibt und abbildet (von Ophiogl. alb.). Gerade bei dieser Art kann ich auf lückenlosen Serien verfolgen, wie der Steinkanal sich an den inneren Porus der Madreporenplatte ansetzt, vorher aber eine fast rechtwinklige Biegung macht. Es geht somit das Epithel des Steinkanales direkt über in das der Verzweigungen in der Madreporenplatte.

Ebensowenig wie ich diesen Angaben LUDWIG's beistimmen kann, ist es mir unmöglich, SIMROTH's Beobachtungen zu bestätigen, welcher einen direkten Zusammenhang zwischen dem Hohlraum den ich als schlauchförmigen Kanal bezeichnet habe, und dem Steinkanal annimmt. Überdies hat der erstgenannte Forscher seine Angaben unter Vorbehalt einer späteren Untersuchung gegeben.

Höchst eigentümlich ist nun das Verhalten der sog. Porenkanäle der Madreporenplatte. Es erinnert an die bei den Spatangiden[3]) von mir geschilderten Thatsachen. Um die Verzweigungen der Porenkanäle besser zu beschreiben, müssen wir einen Blick auf die Anzahl derselben werfen. Nach LUDWIG[4]) soll die Madreporenplatte der Ophiuren fast immer nur einen Porus haben mit Ausnahme der Euryaliden, Amphiura Holbolli LÜTK. und Ophiolepis imbricata M. u. TR.; letztere haben nach LÜTKEN an den Rändern mehrere Öffnungen. Die übrigen Fälle sind von

1) Neue Beiträge, pag. 339.
2) SIMROTH, a. a. O.
3) 3. Heft d. Beiträge.
4) Neue Beiträge, pag. 339.

Ludwig[1]) zusammengestellt worden. Ophioglypha albida und einige andere Arten haben nach ihm nur einen Porus. Dem muß ich widersprechen. Gerade die genannte Art hat zwei Poren, welche auf Schnitten stets nachzuweisen sind. Ob sie bei äußerer Betrachtung erkennbar sind, ist eine andere Sache, doch darauf kommt es ja weniger an.

Die beiden Poren liegen an den Seiten der Madreporenplatte, da wo dieselbe den Eingang in je eine Bursalspalte begrenzt. Fig. 8 auf Taf. XVI zeigt einen Längsschnitt durch die Platte. Von jedem der einander entgegengesetzt liegenden Poren führt ein Kanal in das Innere der Platte. Beide Kanäle verschmelzen. Etwa im Zentrum derselben treibt der aus der Verschmelzung hervorgegangene Kanal eine Anzahl von seitlichen, oft mehrfach gewundenen Ästen, welche alle blind enden, wie Fig. 15 auf Taf. XVI zeigt. Eine Fortsetzung dieser Äste nimmt den Steinkanal auf. Das Epithel desselben geht unmittelbar über in das der Porenkanäle. Die Zellen haben eine Höhe von etwa 0,013 mm, während die Kerne mehr rundlich als spindlig gestaltet sind, wie Fig. 11 auf Taf. XV zeigt.

Die Polischen Blasen. Sie kommen bei Ophyogl. albida in der Vierzahl vor. In jedem Radius mit Ausnahme desjenigen, in welchem der Steinkanal liegt, findet sich je eine schlauchförmige blind geschlossene Blase vor. Sie sitzt mit einem dünnen, kurzen Stiel am Steinkanal (Fig. 3, Taf. XIII) und hat eine wohl entwickelte Muskulatur, wie Ludwig[2]) bei unserer Art beschreibt. Koehler[3]) hat ihre Wandung ausführlich geschildert. Von außen nach innen gerechnet findet man das wimpernde Coelomepithel, welches das Organ außen überzieht, hierauf folgt eine Bindesubstanzschicht, eine Muskelschicht und eine elastische Membran, eine innere Muskelschicht und die innere Epithelschicht. Ich komme zu dem Resultat, daß dieselben Schichten, welche ich bei diesen Organen der übrigen Echinodermengruppen fand, auch hier die Wand bilden. Das äußere Coelomepithel, eine gering entwickelte Bindesubstanzschicht, eine elastische Membran, auf diese folgt eine aus ringförmig verlaufenden

1) Neue Beiträge, pag. 338.
2) Neue Beiträge, pag. 342.
3) Recherches sur l'appareil circulatoire des Ophiures, pag. 113.

Fasern gebildete Muscularis und das Innenepithel. Die Muskelschicht setzt sich aus einer Lage glatter Fasern zusammen. Das Innenepithel ist das gleiche wie es im Wassergefäß vorkommt. Im Lumen kommen meist im Endteil Zellen vor, welche losgerissenen Epithelzellen gleichen, außerdem oft am blinden Ende eine granulierte geronnene Substanz.

Kapitel 4.

Das Schizocoel.

1. Perihämalräume, Längskanäle der Nervenstämme.

Bei Asteriden und Echiniden habe ich [1]) einen Teil der Hohlräume im Körper dieser Tiere als Schizocoelbildungen nachgewiesen, indem ich den Ursprung derselben als Lücken in der Bindesubstanz erkannte. Hierher gehörten vor allem die Längskanäle in den Armen der Asteriden, in welchen die Nervenstämme verlaufen, die entsprechenden Räume der Echiniden, das Hohlraumsystem in der Dorsalwand der Seesterne, der schlauchförmige Kanal u. a. m. Alle diese Hohlräume sollten nach Ludwig Teile des Enterocoels sein und mit diesem in Verbindung stehen. Der letzte Forscher, welcher die Ophiuren untersucht hat, Koehler [2]), hat meinen Beobachtungen beigepflichtet und zugleich die entsprechenden Räume bei den Ophiuren als Schizocoelbildungen angesprochen im Gegensatz zu den früheren Untersuchern.

Zu den von Koehler beschriebenen Räumen kann ich noch weitere hinzufügen, so die in der Bursae und den Genitalröhren gelegenen. Folgende Zusammenstellung mag über sämtliche Schizocoelbildungen eine Übersicht geben.

Der Nervenring liegt in einem circulär verlaufenden Schizocoelkanal, welcher fünf Äste in die Arme sendet, in denen die fünf Nervenstämme gelagert sind. Dieses Hohlraumsystem steht in Verbindung mit dem Kanal, welcher den Steinkanal *St.K* und das drüßige Organ *Dr* auf Taf. XV in Fig. 2 einschließt. Dies ist der schlauchförmige Kanal *Schl.K.* Weiter kommen die Schizocoel-

1) Heft 2 u. 3 d. Beiträge.

2) Koehler, L'appareil circulat. des Ophiures, 1887, in: Ann. Sc. Nat. Zool.

kanäle in Betracht, welche teils in der Rückenwand, teils in der Ventralwand verlaufen und als ein Kanal sich darstellen, welcher die Genitalröhre und eine Blutlakune im Innern gelagert enthält. Das sind die Perihämalräume LUDWIG's, in welchen der dorso-ventrale Blutlakunenring liegt. Daß diese Schizocoelräume auch in die Wandung der Bursae eintreten, habe ich am anderen Ort[1]) bereits nachgewiesen und abgebildet.

Die radiären Perihämalräume besitzen eine länglich ovale Gestalt auf dem Querschnitt. Jeder derselben wird durch den in ihm suspendierten Nervenstamm in zwei Hälften getrennt, eine äußere und eine innere. Die letztere ist stets die kleinere (vergl. Fig. 6, Taf. XIV). In denselben hervorragend liegt die radiäre Blutlakune *BL*, welche ihrerseits mit einem oder zwei feinen Strängen an der Wand des Perihämalraumes befestigt wird (vergl. Fig. 10, 11 auf Taf. XIII). Die Auskleidung dieser Räume wird von abgeplatteten Bindesubstanzzellen gebildet, deren Kerne in dieselben prominieren (Fig. 6, Taf. XIV). Die Membran oder besser Cuticula, welche den ventralen Zellbelag (Ganglienzellen) des Nervenstammes überzieht, gehört diesem an und ist als Produkt seiner Zellen aufzufassen.

Die gleiche Auskleidung besitzt der orale Perihämal- oder besser Schizocoelkanal. Ich bevorzuge den letzten Ausdruck, da ja die Blutlakune im Verhältnis zum Nervenstamm so gering entwickelt ist, daß man eigentlich von Perineuralräumen sprechen müßte.

Der Bau des schlauchförmigen Kanals ist im allgemeinen derselbe. Nur sehen wir, daß die Zellen, welche das drüsige Organ überziehen, dicht gedrängt stehen und nicht abgeplattet sind. Sie besitzen einen kugligen Kern. Die dorsoventralen, den aboralen Blutlakunenring mit der Genitalröhre einschließenden Schizocoelräume besitzen nichts von dem bisher geschilderten Verhalten Abweichendes. Sie treten in die Wandung der Bursae ein, wie ich bei der Besprechung derselben schildern werde.

Eine weitere Frage ist nun die: Stehen die Schizocoelräume im Körper der Ophiuren sämtlich miteinander in Verbindung. Findet sich ein ähnliches Verhalten, wie ich es bei den Asteriden beschrieben habe, wo dies thatsächlich der Fall war.

Zunächst ist sicher, daß die radiären ventralen Räume, welche

1) in: Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 46, 1887.

die Nervenstämme und den Nervenring einschließen, in Verbindung stehen mit dem schlauchförmigen Kanal. Weiter aber gelang es mir, zwischen diesem und dem aboralen (dorso-ventralen) Perihämalraume eine Kommunikation aufzufinden. Prüfen wir Fig. 7 auf Taf. XVII näher, so zeigt sich, daß die Drüse *Dr* und der Steinkanal *St.K* vom schlauchförmigen Kanal (gelb) umhüllt werden und daß dieser bis zu dem mit *x* bezeichneten Abschnitt des aboralen hier in der Ventralwand verlaufenden Blutlakunenringes reicht. Hier findet die Verbindung statt, wie aber nur auf Vertikalschnitten, rechtwinklig zu dem Lakunenring und tangential zu ihm nachgewiesen werden kann. Eine kurze Strecke steht hier der schlauchförmige Kanal mit dem ihm außen anliegenden aboralen Schizocoelraum in offener Verbindung.

Einen ringförmigen Sinus fand ich im Beginn der Schlundwandung. In der verdickten Bindesubstanzschicht derselben trifft man einen großen Hohlraum an, welcher durch enge Lücken, wie ich an Osmiumpräparaten feststellen konnte, mit dem oralen Schizocoelraum in Verbindung steht (Oph. albida). Ringförmig verlaufende Muskelfasern gleiten diesen die Mundöffnung umspannenden Hohlraum aus und bilden so einen Sphinkter.

Kapitel 5.

Das Blutlakunensystem.

Bevor ich auf die eigenen Beobachtungen, welche sowohl die Anatomie wie den feineren Bau betreffen, eingehe, schicke ich einige geschichtliche Notizen voraus.

Wir schreiben jetzt den Ophiuren einen oralen Blutlakunenring und fünf von diesem ausstrahlende Armlakunen zu. Die letzteren hat zuerst wohl TEUSCHER[1]) gesehen, sie aber als zum Nervensystem zugehörig erachtet. Erst SIMROTH[2]) hat diese radiären Lakunen in ihrer Bedeutung erkannt, ebenso wie den oralen Blutlakunenring. Freilich ist hierbei zu betonen, daß er zum Blutgefäßsystem noch mehrere Räume rechnete, so die Peri-

1) TEUSCHER, R., Beitr. z. Anat. d. Ophiuridae, in: Jen. Zeitschr. f. Nat., Bd. 10, 1876.

2) SIMROTH, H., pag. 464 d. Anat. u. Schizog. d. Ophiact. vir., in: Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 27, 1876.

hämalkanäle als seitliche Armgefäße beschrieb. Erst W. LANGE[1]) hat eine genaue Schilderung ihres Verlaufes gegeben, welche dann von LUDWIG[2]) bestätigt und erweitert sind. Letzterem Forscher verdanken wir die strenge Scheidung zwischen den Perihämalräumen und den eigentlichen Blutlakunen.

Auf die Arbeit von APOSTOLIDÈS[3]) einzugehen wird mir wohl erlassen werden. Eine Arbeit, welche, soweit ihre Resultate das Blutgefäßsystem angehen, unsere Erkenntnis auf ein antediluvianisches Stadium zurückschrauben will, zu besprechen, muß jeder ablehnen, welcher seine Zeit besser anwenden kann.

Der letzte Forscher, welchen ich zu nennen habe, ist KOEHLER[4]). Auf die Angaben dieses ausgezeichneten französischen Forschers komme ich im weiteren Verlaufe meiner Darstellung zu sprechen. Seine Abbildungen sind streng nach Präparaten gezeichnet und zeigen zum ersten Male diese Räume sowie die Perihämalräume naturgetreu, nicht schematisch.

Fassen wir unsere Kenntnis des Verlaufes der Blutlakunen zusammen, so haben wir 1) einen oralen (ventralen) Blutlakunenring und fünf von ihm abgehende Äste in die Arme, sowie Lakunen, welche zum drüsigen Organ und zu den Füßchen ziehen; 2) einen dorso-ventralen Blutlakunenring von LUDWIG aufgefunden, 3) eine Blutlakune zum Darm, über welche ich[5]) schon in einer vorläufigen Mitteilung berichtet habe (vergl. Fig. 8 auf Taf. XVII).

1. Der ventrale Blutlakunenring und seine radiären Äste.

Auf dem Querschnitt durch einen Arm treffen wir die Blutlakune *BL* unmittelbar dem radiären Nervenstamm aufliegend in der Mittellinie desselben, wie Fig. 6, Taf. XIV zeigt. Dieses ist das Bild, welches man von derselben am gewöhnlichsten erhält. Da, wo aber die Füßchen auf der Ventralseite des Armes austreten, sehen wir nicht diesen kreisförmigen Querschnitt, sondern

---

1) LANGE, W., Beitr. z. Anat. u. Histiol. d. Asterien u. Ophiuren, in: Morph. Jahrbuch, Bd. 2, 1876.

2) LUDWIG, pag. 347, Neue Beiträge, 1880.

3) APOSTOLIDÈS, Anat. et Développem. des Ophiures, in: Arch. Zool. expér., Bd. 10, 1881.

4) KOEHLER, Appar. circulat. des Ophiures, 1887, in: Ann. Sc. Nat. Zool.

5) HAMANN, Die wandernd. Urkeimzellen u. ihre Reifungsstätt. b. d. Echinod., in: Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 47, 1887.

es liegt dem quer durchschnittenen Nervenstamm ein breites Band auf. Das sind die rechts und links von der Blutlakune abgehenden, die Füßchen versorgenden Lakunen (vergl. Fig. 2 auf Taf. XII und Fig. 11 auf Taf. XIII. Diese seitlichen Lakunen besitzen ganz denselben Bau wie der Hauptstamm. Sie enden in der Bindesubstanzschicht des Füßchens, in welcher sich, wenigstens im basalen Teile, die Blutflüssigkeit in Lücken derselben nachweisen läßt.

Liegen die radiären Armlakunen in der Mittellinie des Nervenstammes, so ändert sich diese Lage, sobald die fünf Lakunen zur Bildung des oralen Blutlakunenringes zusammentreten. Dieses liegt — vergl. den Querschnitt durch den Gehirnring Fig. 1, Taf. XIV — dem Gehirnring an einem Ende auf, und zwar dem der Leibeshöhle zugekehrten.

D e r f e i n e r e B a u dieser Blutlakunen ist sehr einfach. Sie stellen lange Röhren dar, welche nach der Spitze der Arme zu sich mehr und mehr verdünnen, um endlich blind zu enden, und besteht ihre Wandung aus einer dünnen Membran, wie schon SIMROTH angiebt. Dieser Membran liegen außen ovale Zellkerne auf. Bei der Oberflächenbetrachtung einer radiären Lakune — Fig. 9, Taf. XIII — treten diese Kerne in bestimmten Zwischenräumen auf. Irgendwelche Zellsubstanz ist nicht vorhanden. Eine Behandlung mit Silber ließ mich im Stich. Nichtsdestoweniger glaube ich sicher, daß sich hier Zellterritorien nachweisen lassen werden und diese Membran ein Endothel darstellt. Auf dem Querschnitt Fig. 10, Taf. XIII sind diese Zellkerne quer durchschnitten. Von der Blutlakune zur Wand des schizocoelen Perihämalraumes ziehen Stränge, welche meist nur aus einer Zelle und deren Fortsätzen bestehen (vergl. dieselbe Figur).

Die Blutflüssigkeit stellt eine geronnene Masse dar, welche sich mit neutraler Karminlösung hellrosa färbt und daher leicht nachzuweisen ist. Zellen finden sich in ihr selten vor. Sie fallen dann durch ihren hellen Zellleib und den kugligen Kern in die Augen.

Aus Fig. 1, Taf. XIV erhellt, daß der orale Blutlakunenring eine in den Perihämalraum vorspringende, kreisförmig verlaufende Röhre darstellt. So ist es bei Ophiogl. albida. Wie aus einer Abbildung KOEHLER's [1]) hervorgeht, ist bei Ophioglypha texturata ein Lakunennetz vorhanden und liegt an einer anderen Stelle. Es

1) KOEHLER, a. a. O., Taf. 8, Fig. 4 (Ann. des Sc. nat. 7. Sér., T. 2).

wundert mich, daß zwischen zwei nahestehenden Gattungen ein solcher Unterschied bestehen soll. Nachprüfen konnte ich die Angabe KOEHLER's nicht.

Da nun ein Ausläufer des drüsigen Organes bis an diesen oralen Blutlakunenring reicht — Fig. 2 auf Taf. XV *BLR* — so ist leicht ersichtlich, auf welche Weise die Blutflüssigkeit Zutritt zu demselben hat. Es läßt sich die Blutflüssigkeit in Lücken und Spalten dieses Endstranges des drüsigen Organes nachweisen. Hierauf komme ich bei Besprechung dieses Organes.

2. Der (aborale) dorso-ventrale Blutlakunenring.

Dieser Lakunenring wurde von LUDWIG[1]) entdeckt und in seinen Beziehungen zu dem Genitalstrang genau geschildert. Kann ich diese seine Angaben bestätigen, so ist es mir weiter möglich, den Verlauf in den Bursae — überhaupt den feineren Bau — näher zu schildern.

KOEHLER[2]) bestreitet das Vorhandensein dieses aboralen Lakunenringes vollständig; er hat ihn nie gesehen! Eine Erklärung hierfür kann ich nicht finden, denn in Wahrheit ist derselbe wirklich nicht schwer aufzufinden — nur müssen Schnittserien von gut konserviertem Material zur Verfügung stehen!

Es verläuft dieser Lakunenring ebenfalls in einem Perihämalraum, welcher als Schizocoelraum aufgefaßt werden muß, wie ich bereits früher[3]) ausgeführt habe.

Da nun dieser Lakunenring, welcher die Bursae zu versorgen bestimmt ist — bei den Ophiuren wie bei Asteriden und Echiniden giebt er Zweige zu den Geschlechtsorganen — und diese Bursae Einstülpungen der ventralen Körperwand sind, so muß er teils in der Rückenwand, teils in der Ventralwand verlaufen. Seinen eigentümlich komplizierten Verlauf hat LUDWIG[4]) geschildert. Da nur eine rein schematische Abbildung bisher vorliegt, so habe ich den Verlauf des Blutlakunenringes mit rot in Figur 7 auf Tafel XVII eingetragen. Er verläuft in den Radien, das heißt wir treffen ihn da, wo die Arme abgehen, in der Dorsalwand an.

---

1) Neue Beiträge, pag. 351, Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 34, 1880.
2) KOEHLER, Recherh. sur l'appar. circulat. d. Ophiures, 1887.
3) HAMANN, Mitteilungen der Königl. Gesellsch. d. Wissenschaft. und der Georgs-August-Universität Göttingen, 31. Juli 1887.
4) Neue Beiträge, pag. 351, Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 34, 1880.

Er liegt nahe am Rande der Scheibe, unmittelbar über dem Eintritt der Arme in die Scheibe. Um nun zu den in der Ventralwand gelegenen Bursae zu gelangen, tritt rechts und links „zwischen dem Radialschilde und dem dasselbe mit der Bursalspange verbindenden Adductormuskel“ der jetzt in der dorsalen Scheibenwand verlaufende Abschnitt hindurch auf die äußere Bursalseite ein, giebt aber vorher eine blind endende Lakune bl^2 ab, welche auf der dem Arm zugewendeten Fläche verläuft. Nach dem Verlauf in der Wandung der Bursae tritt der Blutlakunenring in die ventrale Körperwand, in das Peristom, ein, um bis zur nächsten Bursa zu ziehen. Diesen Abschnitt habe ich mit bl^3 bezeichnet (Fig. 7, Taf. XVII). Nun tritt er in die Bursalwand ein, steigt — nachdem er wieder eine blind endende Lakune abgegeben hat, in die Dorsalwand empor.

Somit ist der Verlauf des aboralen oder dorso-ventralen Blutlakunenringes folgender: In den Radien verläuft ein Abschnitt in der dorsalen Scheidewand, um dann zur Ventralseite zu ziehen, in die Wand der Bursae einzutreten und zwischen je zwei benachbarten Bursae in der Peristomwandung zu verlaufen.

Leugnet Koehler[1]) diesen Lakunenring gänzlich, so hat er doch die in der ventralen Wand, dem Peristom, zwischen je zwei Bursae verlaufenden Abschnitte derselben gesehen, sogar auf einer Abbildung nach einem Querschnitt abgebildet, erklärt denselben aber bestehend aus Bindegewebsfasern und Muskelfasern. Ein Gefäß hat er niemals wahrgenommen. In der Fig. 7 auf Taf. XVII wird der rot angegebene Lakunenring überall umgeben von dem mit gelb gekennzeichneten Perihämalkanal, welcher ihn allerwärts begleitet.

Der feinere Bau. Auf einem Vertikalschnitt durch die Scheibe, welcher parallel zur Armachse verläuft, wird der Blutlakunenring quer durchschnitten — Fig. 5 auf Taf. XVII. Er stellt sich als ein in seinen Perihämalkanal *Sch* hervorragendes Gebilde vor, welches mehrere Lumina zeigt. Seine Wandung ist sehr dünn, eine Membran mit aufliegenden Zellen, spindligen oder sternförmigen. Diese treten besonders da hervor, wo die Wandung etwas stärker entwickelt ist. Der Inhalt der Hohlräume bildet die geronnene Blutflüssigkeit — hier und da, aber ziemlich selten — Zellen enthaltend. Weiter birgt dieser Lakunenring in seiner Achse verlaufend eine mit großkernigen Zellen angefüllte Röhre

1) Koehler, App. circ. d. Oph., pag. 143.

— die Genitalröhre — welche unten besprochen werden soll. Der Perihämalraum wird von abgeplatteten Zellen oder Zellkernen ausgekleidet, deren zugehörige Zellenterritorien nicht nachweisbar sind.

In Fig. 3, Taf. XIII auf der Übersichtsfigur ist der Blutlakunenring mit *BLR*, die Genitalröhre mit *GR* bezeichnet.

3. Die vom aboralen Blutlakunenring zum Darmtractus führende Lakune.

In einem Radius gelegen zweigt sich von dem in der Dorsalwand der Scheibe verlaufenden Abschnitt des Lakunenringes eine Lakune ab, tritt aus dem Perihämalraum heraus in die Leibeshöhle und heftet sich an die Wandung des Darmes an. Der Austritt dieser Darmlakune ist auf Figur 8, Taf. XVII wiedergegeben. Sie wird als in der Leibeshöhle gelegen überkleidet vom Enterocoelepithel, welches in das der Darmwandung übergeht. Unterhalb derselben liegt eine dünne bindegewebige Wandung, hier und da Fasern erkennen lassend. Das Zentrum dieser Lakune ist mit Blutflüssigkeit prall angefüllt. Am Darm angekommen geht die Enterocoelbekleidung, wie schon gesagt, in die des Darmes über; der bindegewebige Teil der Wandung setzt sich direkt fort in die gleiche Schicht des Darmes, während die Blutflüssigkeit in Lücken und Spalträumen der Bindesubstanzschicht der Darmwandung in den benachbarten Teilen sich nachweisen läßt.

Kapitel 6.

Die Genitalröhren und die Reifungsstätten der Keimzellen auf den Genitaltaschen.

1. Die Bursae mit den Genitalsäckchen.

Eine eigentümliche Bildung hat uns Ludwig [1]) in den Bursalspalten bei den Ophiuren kennen gelehrt. Während die älteren Forscher annahmen, daß die Geschlechtsprodukte in die Leibeshöhle entleert würden, und aus dieser durch die äußerlich leicht

1) Ludwig, Morphologische Studien an Echinodermen, I. Bd. VIII. Beiträge zur Anatomie der Ophiuren. Leipzig, Engelmann, 1877—79. Zeitschr. f. w. Zool. Bd. XXXI.

erkennbaren Genitalspalten ins Freie gelangten, zeigte er zuerst, wie die Geschlechtsschläuche an eigenartigen Taschen, Einstülpungen der ventralen Körperwand, entständen und wie ihre Produkte durch Öffnungen in der Wandung dieser Taschen zunächst in deren großen Hohlraum gelangten und von hier aus durch die Bursalspalten nach außen.

Betrachtet man eine Ophioglypha albida von der Bauchfläche, so treten die zehn Bursalspalten als schlitzförmige, den Armbasen eng anliegende Öffnungen auf. Diese letzteren führen in hohle Taschen, welche in der Zehnzahl neben den zentralen Armwirbeln sich in die Leibeshöhle hervorwölben und blind geschlossen sind. Sie sind nichts anderes, als Einstülpungen der Körperwand.

Zerlegt man eine Ophioglypha in Vertikalschnitte, so kommt man schnell zu einer klaren Einsicht in diese Organe.

Fig. 1, Taf. XVII zeigt uns einen Schnitt durch die Körperscheibe. Nach rechts zu hat man sich den Arm gelegen zu denken. Die Bursa endet blind und trägt auf ihrer äußeren Fläche die prall mit Eiern gefüllten Genitalsäcke.

Die Bursalwand setzt sich aus einer Reihe von Schichten zusammen, welche in der Körperwand in gleicher Reihenfolge vertreten sind. Ihre innere Auskleidung ist eine direkte Fortsetzung der äußeren Körperepidermis. Sie setzt sich an einzelnen Stellen aus langen Wimperzellen zusammen, welche gruppenweise in Streifen angeordnet stehen. Sie dienen dazu, das Wasser in den Bursae in Bewegung zu erhalten, so daß fortwährend eine Strömung in denselben erzeugt wird. Ein Grund mehr, in diesen Organen Respirationsorgane zu sehen. Besonders an den Genitalspalten sind diese Wimperstreifen zahlreich vorhanden. Ihre Zellen zeichnen sich durch die kleinen, sich stark färbenden Kerne aus.

Auf dieses die Auskleidung der Genitaltaschen bildende Epithel folgt die Bindesubstanzschicht. Sie ist von nur sehr geringer Ausdehnung. Kalkkörper finden sich in der Wandung der Genitaltaschen nicht vor. Außen überzieht das Enterocoelepithel die Wandung der Genitaltaschen. Es besteht aus kleinen kubischen Wimperzellen.

Die Gestalt der Bursae hat LUDWIG [1]) bereits ausführlich beschrieben. Danach haben wir einen dünnhäutigen Sack vor uns, „welcher an den Rändern der Bursalspalte beginnt, dorsalwärts in die Körperhöhle sich erhebt und an seinem aboralen Bezirke sich

1) a. a. O., p. 273.

in einen Zipfel fortsetzt, welcher sich über den Rand des Magensackes auf dessen Dorsalseite hinüberschlägt".

Auf diesen Taschen sitzen birnförmige Gebilde, welche, wie ich im Gegensatz zu Ludwig hervorheben muß, solid sind. Sie stehen nicht regellos zerstreut auf der Oberfläche der Genitaltaschen, sondern sind in einer Reihe angeordnet. Ihre Stellung und Lagerung richtet sich ganz genau, wie ich weiter unten zeigen werde, nach dem Verlauf der Genitalröhren mit ihren Keimzellen.

Nach diesem kurzen allgemeinen Überblick wende ich mich zunächst dazu, die Genitalröhren in ihrem Bau und ihrem Verhältnis zu den Blutlakunen genauer zu schildern.

2. Der Verlauf der Genitalröhren und der dorso-ventralen Blutlakunen.

Die im Folgenden zu beschreibenden Verhältnisse lassen sich nur auf Vertikalschnitten, denen Horizontalschnitte ergänzend zur Seite stehen müssen, erkennen. Zu dieser Anfertigung von Schnittserien eignet sich Ophioglypha albida der Ostsee (Kiel) in vorzüglicher Weise, da sie nie einen größeren Scheibendurchmesser als 1 cm besitzt und nur wenig Kalk enthält. Die Gewebe bleiben nach der Entkalkung vorzüglich gut erhalten, mögen sie nun vorher mit Osmiumsäure, Pikrinschwefel- oder Chromsäure konserviert worden sein.

Die Genitalröhren sowohl als die sie umgebenden Blutlakunen verlaufen nur in gewißen Teilen des Rückens der Scheibe. Will man sie hier auffinden, so muß man Vertikalschnitte untersuchen, welche durch die Scheibe und parallel zur Armachse durch einen Arm gehen.

In der Rückenwand der Scheibe, und zwar radial gelegen (radial liegen die in den fünf Armachsen gelegenen Organe, interradial die zwischen je zwei Armen gelegenen), fällt der uns schon von der Beschreibung des aboralen Blutlakunenringes her bekannte Schizocoelkanal mit der Blutlakune in dem in das Lumen des letzteren hervorragenden Bindesubstanzstrange in das Auge.

In diesem bindegewebigen Strang verläuft weiterhin ein stark hervortretende Zellen einschließender Kanal, die Genitalröhre. Seine Wandung ist eine Membran, die der Bindesubstanz angehört. Im Innern dieser Röhre liegen 0,009 bis 0,04 mm große Zellen, deren Zellsubstanz fast homogen erscheint, nur um den Kern eine Granulierung (oder Fadenwerk) zeigt. Der Kern

dieser Zellen mißt 0,007 mm, ist also verhältnismäßig sehr groß. Er ist ein kugeliges Bläschen, das sich hell rosa tingiert und ein schönes dunkel gefärbtes Netzwerk zeigt. Diese Zellen sind die Urkeimzellen. Sie sind bald kugelig, bald oval, bald kann man stumpfe Fortsätze an ihnen unterscheiden. Je nach dem Zustand, in welchem diese Zellen von der Konservierungsflüssigkeit beim Fixieren getroffen wurden, sind sie erhalten geblieben. Im Leben bewegen sie sich amöboid, wie man schon aus ihrer Lagerung erkennen kann. Sie liegen stets frei in der Genitalröhre.

Der Verlauf der Genitalröhre ist natürlich derselbe wie der des aboralen Blutlakunenringes, so daß ich nur auf die Beschreibung desselben zu verweisen brauche. Eine besondere Besprechung verdient er nur da, wo er jenseits der Adduktorenmuskeln (zwischen der Bursalspange und dem Radialschilde) aus der dorsalen Scheibenwand heruntertritt und immer noch in der Blutlakune gelegen — begleitet vom Schizocoelkanal — in die Bursalwand eintritt. Sobald er in die Bindesubstanzschicht der Wandung eingetreten ist, gabelt er sich, indem ein Schizocoelkanal mit der ebenfalls gegabelten Genitalröhre in der zentralen Bursalwand, der andere auf der ventralen herabläuft. Sie steigen beide vom Scheitel der Bursalwand an in der letzteren herab bis zur Basis, um dann aus derselben auszutreten. Ihren weiteren Verlauf schildere ich später.

Verfolgen wir nun im einzelnen den Perihämalkanal! In Fig. 2 auf Taf. XVII ist ein Querschnitt durch die Bursalwand wiedergegeben. Der Perihämalkanal ist mit *Sch* gekennzeichnet. Er ist an manchen Stellen geschlossen, indem dann die Genitalröhre mit den sie umgebenden Blutlakunen sein Lumen voll ausfüllen. Im allgemeinen ist er aber mit seiner endothelartigen Auskleidung leicht zu erkennen. Weiter ragt die Genitalröhre *GR* mit ihren großen Urkeimzellen der Länge nach durchschnitten deutlich hervor. Die Blutlakunen, welche sie umgeben, sind sehr zusammengedrückt, so daß sie oftmals kaum zu erkennen sind.

Die Entstehung der Genitalsäckchen ist, wie man aus dem Bau des halb ausgebildeten Organes schließen kann, folgende. Es finden im Verlauf der Genitalröhre Wucherungen der Urkeimzellen statt, welche sich knospenartig bilden und die über ihnen liegende Bursalwand, welche aus einer dünnen Bindesubstanzschicht (*bg* in Fig. 2 auf Taf. XVII) und dem Cölomepithel besteht, mit emporheben. Diese Knospen wachsen mehr und mehr hervor, indem die Urkeimzellen in sie einwandern und nun entweder

sich durch Wachstum in die Eizellen differenzieren, oder aber die Samenmutterzellen durch Teilung bilden. Bei männlichen und weiblichen Ophiuren sind die Urkeimzellen von genau derselben Größe, demselben Bau und den gleichen Eigenschaften Reagentien gegenüber.

Die weiblichen Genitalsäckchen. Betrachtet man einen Schnitt durch ein weibliches Genitalsäckchen zur Zeit, wo die Eier sich noch in den verschiedensten Größen finden, so sieht man ein vollständig prall angefülltes birnförmiges Säckchen, welches mit dem zugespitzten stielförmigen Ende der Außenwand der Bursa aufsitzt. Die Wandung des Genitalsäckchens ist äußerst dünn und besteht aus einem seine Oberfläche überkleidenden Plattenepithel dem Cölomepithel zugehörig und unterhalb desselben eine sehr gering entwickelte Bindesubstanzschicht, in welcher die Blutflüssigkeit zirkuliert. Diese ist aber der Dünne der Wandung wegen bei unserer Art kaum erkennbar. Lakunen sind kaum vorhanden, wie aus der Fig. 3 auf Taf. XVII hervorgeht. Das Innere des Säckchens zeigt keinen Hohlraum, sondern ist vollgepfropft von Eizellen in allen Größen. Die größeren liegen meist am kugelig abgerundeten Ende der Säckchen. Zwischen den Eizellen, von denen die größeren 0,07 mm, ihr Keimfleck 0,04 mm messen, liegen die Urkeimzellen noch unverändert wie in den Genitalröhren. Ihr Zellkern wird zum Keimbläschen der Eizellen. Die größeren Eizellen lassen eine helle Membran erkennen, welche sie als homogenes Häutchen umhüllt. Diesen Eihüllen liegen Zellen an, welche abgeplattet sind und einen Kern von nur 0,003 mm Durchmesser zeigen, und wohl als Follikelzellen angesehen werden können. Sie gehen aus den Urkeimzellen hervor, welche sich nicht zu Eizellen entwickelt haben. Um diese Zeit findet man oft Zellen im Zerfall begriffen, deren Zellsubstanz wohl als Nährmaterial für die wachsenden Eizellen dient.

Worauf es uns hier besonders ankommt, ist der Nachweis, daß die Eizellen sich aus den Urkeimzellen entwickeln, und zwar in besonderen knospenartigen Anlagen, deren zentrale Masse von den wachsenden Eizellen gebildet wird.

Die Öffnungen, welche von den Genitalsäckchen durch die Bursalwand in den Hohlraum derselben führen, brechen erst später durch, wenn die Eier ausgereift sind.

Die Hodensäckchen. In gleicher Weise wie die Ovarialsäckchen legen sich die Hodensäckchen als solide Knospen an. Bei ihnen läßt sich fast noch besser diese Entwicklung der

Urkeimzellen, hier zu Samenmutterzellen, verfolgen. In Fig. 4, Taf. XVII ist ein Längsschnitt durch ein Hodensäckchen wiedergegeben. Dasselbe ist von birnförmiger Gestalt. Es wird überkleidet von dem Cölomepithel (e^2). Unter demselben liegt eine dünne Bindesubstanzschicht, in welcher wir uns die Ernährungsflüssigkeit, das Blut, in Lakunen zirkulierend zu denken haben. In dem Stadium der Entwicklung, in welchem die in Fig. 4 abgebildete Hodenanlage steht, ist das Lumen so stark erfüllt von Zellen, daß die Wandung eng aneinander gepreßt erscheint. Dazu kommt, daß selbst die die Genitalröhre in ihrem Verlaufe in der Bursalwand umgebende Blutlakune nur von sehr geringer Ausdehnung und die Blutflüssigkeit kaum erkennbar ist. — An der Basis sieht man die Urkeimzellen in das Lumen des Hodensäckchens eindringen, und zwar in mehreren Schichten der Bindesubstanzschicht aufliegen, während nach innen kleinere, durch Teilung hervorgegangene Zellen liegen, die Samenmutterzellen, und das Zentrum von bereits reifen oder reifenden Spermazellen eingenommen wird. Diese sind an den langen Schwänzen und ihrem sich stark tingierenden kugeligen Kopfe leicht erkennbar. Jetzt sind bereits Öffnungen zu erkennen, das heißt aus den Hodensäckchen führt ein enger, von Zellen, welche im Leben wahrscheinlich wimpern, ausgekleideter Kanal durch die Bursawandung hindurch und öffnet sich in den Hohlraum derselben. Durch aktive Bewegung gelangen die Spermazellen durch denselben nach außen. Eine Muskulatur, welche etwa durch Kontraktionen die Entleerung der Genitalsäckchen beschleunigen könnte, findet sich bei unserer Art nicht in der Wandung vor, weder in der der männlichen, noch in der der weiblichen Genitalsäcke.

Kapitel 7.

Der Darmtraktus.

(Ophioglypha albida.)

Die Lage und die Gestalt des Darmtraktus läßt sich aus der Fig. 3, Taf. XIII erkennen, welche einen Längsschnitt durch die Scheibe und den Beginn eines Armes widergiebt. In den Darm führt die große geräumige Mundöffnung, welche zugleich als After funktioniert. Das Körperepithel setzt sich an der Mundöffnung fort in das Wimperepithel des Darmes, welches seine größte

Stärke an der dorsalen Wand erreicht. Hier sind die Darmepithelzellen bis 0,1 mm hoch, während sie an der ventralen Wand sehr niedrig, 0,01 mm hoch sind. Der Darm trägt in ganzer Ausdehnung Wimpern.

In Fig. 9 auf Taf. XVII ist ein Stück der Darmwandung wiedergegeben. Die Epithelzellen haben eine cylindrische Gestalt, und der ovale Kern liegt in dem basalen Teile der Zelle, wie in Fig. 10 derselben Tafel an den isolierten Zellen erkennbar ist.

Jeder Zelle sitzt eine Anzahl von Stäbchen auf, wie sie Frenzel[1]) bereits bei Ophioderma beschrieben hat. Diese Stäbchen fand ich auf meinen Schnittserien deutlich erhalten. Die mit Osmiumsäure behandelten und mit Pikrokarmin gefärbten Schnitte ließen sogar teilweise noch die zarten Wimpern erkennen. Die Stäbchen sitzen nicht direkt den Zellen auf, sondern mit Hilfe von Knöpfchen, welche wie eine Perlenschnur gelagert sind (Fig. 10 *Kn*). Die Wimpern stehen nicht dicht gedrängt, sondern Lücken fanden sich zwischen den einzelnen Haaren.

Unterhalb der Epithelzellen erkennt man Nervenfibrillen, welche besonders im Anfangsteil des Darmes deutlich wahrnehmbar sind. Besonders bei den größeren Arten treten sie auf Schnitten gut hervor.

Die Bindesubstanzschicht besitzt nur eine sehr geringe Entwicklung. Nur an der Stelle, an welcher die Darmlakune an die Wandung herantritt, ist sie stärker ausgebildet, und läßt in Lücken die Blutflüssigkeit erkennen.

Unterhalb dieser Bindesubstanzschicht liegt eine Muskelschicht, welche aus einer Lage glatter Muskelfasern sich zusammensetzt, welche ringförmig verlaufen. Unterhalb derselben liegt das einschichtige, die Außenfläche des Darmes überziehende, aus kubischen Zellen bestehende Epithel, welches die Leibeshöhle auskleidet.

Eigenartige Bildungen treten um die Mundöffnung auf. Die Lage derselben läßt sich aus der auf Taf. XIII, Fig. 3 gegebenen Abbildung am besten erkennen. Zur weiteren Orientierung mögen die Figuren 21 und 22 auf Taf. XXIII dienen. Auf beiden sind Längsschnitte durch die Mundöffnung wiedergegeben, aber nur die eine Hälfte des Munddarmes dargestellt. Mit *WGR* ist der Wassergefäßring und mit *GR* der durchquerte Gehirnring be-

1) Frenzel, Zum feineren Bau des Wimperapparates, in Arch. f. mikr. Anat., Bd. 28, pag. 63, 1886.

zeichnet, von welchem ein radiärer Nervenstamm sich abzweigt. In dem einen Falle ist nun die kreisrunde Mundöffnung klein, indem der Munddarm oder vielmehr seine Wandung wie ein Velum nach dem Zentrum der Ventralfläche der Scheibe hervorragt (Fig. 21); im anderen Falle ist die Mundöffnung weit klaffend, indem der Anfangsdarm nach oben zurückgezogen ist (Fig. 22). Dies sind die beiden Extreme, welche man auf vertikalen Längsschnitten durch die Scheibe zu Gesicht bekommt. In welcher Weise geschieht nun diese Schließung und Öffnung der Mundöffnung?

Zunächst steht mit derselben in Verbindung ein Hohlraum, und zwar ein Schizocoelraum in der Bindesubstanzschicht der Wandung des Anfangsdarmes. Dieser ist in beiden Figuren mit *Sch* bezeichnet. Der Schizocoelraum läuft ringförmig um die Mundöffnung, ist aber keineswegs geschlossen, sondern steht — wie ich auf Osmiumpräparate gestützt behaupten kann — durch kleine Lücken in der Bindesubstanzschicht mit dem Schizocoelraum in Verbindung, in welchem der Gehirnring liegt. Diese Lücken sind schwer wahrnehmbar und meist geschlossen. Daß aber die Flüssigkeit beider Schizocoelräume in Verbindung steht, darüber kann kein Zweifel sein.

Die Innenwand dieses mit *Sch* in Fig. 21 und 22 bezeichneten Hohlraumes ist mit ringförmig verlaufenden glatten Muskelfasern besetzt, welche eine Verengerung der Mundöffnung bewirken können.

Beobachtet ist dieser bei Oph. albida besonders deutliche Schizocoelraum bisher noch nicht worden, wohl aber ein zweiter kreisförmiger Kanal, zu dessen Schilderung ich gleich übergehen will. TEUSCHER[1]) war der erste, welcher denselben als Lippenhohlraum beschrieben hat. LUDWIG[2]) hat ihn als inneren oralen Perihämalraum bezeichnet. Er soll homolog sein den gleichen Räumen eines Asteriden. Dem kann ich ebensowenig wie KOEHLER[3]) beistimmen, wie schon aus meiner Schilderung, die ich vom Nervenring gegeben habe, hervorgeht. Dieser Lippenhohlraum, der espace oral, wie ihn KOEHLER nennt, ist von kreisrunder Gestalt, das heißt es ist ein den Anfangsteil des Darmes umgrenzender Hohlraum,

1) TEUSCHER, Beiträge zur Anatomie der Echinodermen, in: Jen. Zeitschr. f. Naturwiss., Bd. 10, 1876.

2) LUDWIG, Neue Beiträge zur Anatomie der Ophiuren, in: Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 34, 1880.

3) KOEHLER, Recherches sur l'appareil circulatoire des Ophiures, in: Ann. Soc. Nat. Zool., Bd. 2, Sér. 7, 1887.

welcher dadurch entstanden ist, daß eine Hülle den Anfangsdarm kreisförmig einhüllt. Diese Hülle oder dieser Mantel *W* in Fig. 21 und 22 inseriert einerseits an der Darmwandung, andererseits an der Innenfläche des ventralen Integumentes in der Nähe des Wassergefäßringes *WGR*. Unser Hohlraum, welcher ein Enterocoelraum, also ein Teil der Leibeshöhle ist, ist in den Figuren mit *E* gekennzeichnet. Die Wandung dieses Mantels besteht aus einer axialen Bindesubstanzschicht und beiderseitig einem Epithel, welches mit dem Leibesepithel übereinstimmt.

Daß dieser ringförmige Kanal geschlossen ist, giebt KOEHLER[1]) an. Nach Injektionen überzeugte er sich, daß die Flüssigkeit nach keiner Seite weiter drang. Vergleicht man nun aber die Figuren 21 und 22 miteinander, so sieht man im einen Fall den Hohlraum verengert, im anderen erweitert. Daß eine Flüssigkeit mit Zellen sich in ihm vorfindet, ist zudem selbst auf Schnitten leicht nachweisbar.

Ich glaube nun eine Kommunikation desselben mit dem Wassergefäßring gefunden zu haben. Leider habe ich bisher nur diese Frage an Oph. albida prüfen können, hoffe aber die Resultate an größeren Arten bald geben zu können.

Bei dieser Art fand ich, daß an fünf Stellen, und zwar in den Radien vom Wassergefäßring *WGR* Öffnungen oder vielmehr kleine Kanälchen direkt in unsern Hohlraum führten. Diese minimalen Öffnungen sind durch kreisrunde zirkuläre Muskelfasern kenntlich, welche als Sphinkter wirken. Somit scheint — die Frage ist wegen der Kleinheit dieser Öffnungen nicht leicht zu entscheiden — eine Verbindung der Flüssigkeit des Wassergefäßsystems mit diesem Enterocoelraum vorhanden zu sein und es wird diese Flüssigkeit des Hohlraumes von Bedeutung sein bei der Öffnung oder Schließung des Mundes. Die Muskulatur ist in der Wandung des Munddarmes sehr gering entwickelt. Wenige in Abständen liegende, die Mundöffnung umkreisende Fasern treten auf, während in der Wandung des Hohlraumes Längsfasern kenntlich sind.

---

1) KOEHLER, Recherches sur l'appareil circulatoire des Ophiures, in: Ann. Soc. Nat. Zool., Bd. 2, Ser. 7, 1887.

Das drüsige Organ.

In gleicher Weise wie LUDWIG[1]) bei den Asteriden von einem Herzen sprach, geschieht dies auch bei den Ophiuren. Die späteren Forscher haben gezeigt, daß die Funktion dieses Organes eine andere sein muß, sicher nicht die eines Herzens. KOEHLER[2]) nennt dasselbe glande madréporique. Die Lage und die langgestreckte Gestalt dieses Organes neben dem Steinkanal, welchem es eng anliegt, läßt Fig. 2, Taf. XV erkennen. An dem dem Blutlakunenring zugewendeten Ende kann die Blutflüssigkeit durch Lücken der Bindesubstanz eindringen.

Überzogen wird das Organ von einem Epithel, welches besonders durch seine kugligen, nicht abgeplatteten Zellkerne hervortritt. Es besteht aus Bindesubstanz, und zwar fand ich an in $^1/_2\,^0/_0$ Osmiumsäure konservierten Tieren dieselbe maschig. Die Fibrillen umgrenzten teilweise Hohlräume, in denen eine geronnene Flüssigkeit und verästelte Zellen lagen, teilweise waren solche Räume nicht vorhanden und die Eibrillen schienen einen regellosen Verlauf zu nehmen.

Wie dieses Organ, welches im Verhältnis zu anderen Echinodermen recht gering entwickelt scheint, bei anderen Arten gebaut ist, müssen spätere Untersuchungen lehren. Solange über die Entwicklung aller dieser sog. drüsigen Organe nichts bekannt ist, wird unsere Deutung derselben eine sehr unsichere bleiben. Immerhin ist das negative Resultat, daß wir ein Herz nicht in denselben zu sehen haben, ein, wenn auch nur kleiner Fortschritt.

Kapitel 8.

Muskulatur und Bindesubstanz.

Die Muskelfasern der Ophiuren sind besonders eingehend von SCHWALBE[3]) untersucht worden. An der frischen Muskelfaser von Ophiotrix fragilis, welche einem Intervertebralmuskel entnommen wurde, erkannte er eine doppelte Schrägstreifung, welche der kon-

1) LUDWIG, Neue Beiträge zur Anatomie der Ophiuren, in: Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 34, 1880.

2) KOEHLER, Recherches sur l'appareil circulatoire des Ophiures, in: Ann. Soc. Nat. Zool., 7. Sér., Bd. 2, 1887.

3) SCHWALBE, Über den ferneren Bau der Muskelfasern wirbelloser Tiere, in Arch. f. mikroskop. Anatomie, Bd. 5, 1869.

traktilen Substanz zukommt. Es handelt sich um Liniensysteme, „welche nicht etwa quer um die Muskelfaser herum oder der Länge nach verlaufen und somit eine Quer- oder Längsstreifung darstellen, sondern die vielmehr schräg von einer Seite der Faser zur andern hinüberziehen. Es hat den Anschein, als ob zwei sich kreuzende Systeme von Spiralfasern um den Muskelcylinder herumliefen.“ Weiter beobachtete SCHWALBE ein deutliches Sarkolemm und einen Kern von elliptischer Gestalt zwischen Sarkolemm und Faser.

Außer bei Ophiuren wurde von SCHWALBE eine gleiche doppelte Schrägstreifung bei Würmern (Arenicola) beobachtet. Seinen Angaben ist in neuerer Zeit ROHDE [1]) entgegengetreten, welcher dieselbe nicht wiedergesehen hat. Somit wird es wohl entschuldbar, wenn ich bei der Darstellung meiner eigenen Untersuchungen, welche fast nur eine Bestätigung der SCHWALBE'schen enthalten, länger verweile.

Die Schrägstreifung ist sowohl an der frischen Muskelfaser, welche ohne jedes Reagens untersucht wird, erkennbar, als auch an älterem Spiritusmaterial. Sie zeigt sich an der kontrahierten Muskelfaser sehr deutlich wahrnehmbar, während ich an der ausgestreckten Faser umsonst nach ihr suchte, oder sie kaum ausgeprägt fand. Dies gilt besonders für das Alkoholmaterial. Die Stärke derjenigen Muskelfasern, welche die doppelte Schrägstreifung zeigten, beträgt 0,002 mm. Ein 0,01 mm langer, ovaler bis spindeliger Kern liegt im Zentrum der Muskelfaser, der kontraktilen Substanz außen auf und läßt an seinen beiden Polen eine feinkörnige Masse, den Rest der Bildungszelle, erkennen. Das Sarkolemm ist sehr schwer wahrzunehmen, läßt sich aber an der frischen Faser deutlich sehen, sobald diese so liegt, daß ihr Kern auf einer Seite aufliegt. Dann verfolgt man leicht, wie das Sarkolemm sich über derselben erhebt, um der Muskelfaser an den übrigen Teilen eng anzuliegen.

Der Kern zeigte ein deutliches Fadenwerk, hier und da trat ein Nucleolus hervor. Den gleichen Bau dieser Intervertebralmuskeln fand ich bei Ophioderma longicauda und Ophiomyxa pentagona. Die Muskelfasern der ersten Art sind in Fig. 13 auf Tafel XVI dargestellt.

---

1) ROHDE, Die Muskulatur der Chaetopoden, in: Zoolog. Beiträge, herausgegeb. von SCHNEIDER, Bd. 1, 1885.

Es gelingt leicht, die einzelnen Muskelzellen der Länge nach in eine Anzahl von Fibrillen zu zerfasern.

Außer den in Fig. 13 abgebildeten Muskelfasern trifft man solche, bei denen die beiden sich schneidenden Liniensysteme hell erscheinen, während die quadratischen Felder zwischen ihnen dunkel und stark lichtbrechend. Die dunkeln Quadrate entsprechen nach SCHWALBE der anisotropen Substanz, die hellen Liniensysteme hingegen werden aus der isotropen gebildet.

Die Muskulatur zeigt an den übrigen Körperstellen, so in der Rückenwand und im Darm diese Streifung nicht. An der frischen Faser läßt sich bei Anwendung von Ölimmersionssystemen eine schwache Längsstreifung erkennen. Dementsprechend tritt bei diesen glatten Muskelfasern leicht ein Zerfall in Fibrillen ein. An ihren Enden sind diese Fasern entweder spindlig zugespitzt oder aber pinselförmig gestaltet, wie Fig. 17 auf Taf. XVI zeigt. Jede Faser besitzt einen ovalen, langgestreckten Kern, welcher selten von etwas feingranulierter Substanz umgeben ist. Ein Sarkolemm ist an Spiritusmaterial schwer nachweisbar, aber vorhanden.

Einer besonderen Erwähnung bedürfen die Muskelfasern des Wassergefäßsystemes. An den oben näher beschriebenen Stellen trifft man ringförmig verlaufende Fasern, welche einen geschlossenen Ring vorstellen und eine bei stärkster Vergrößerung schwach wahrnehmbare Längsstreifung zeigen. Die Dicke dieser Fasern beträgt 0,002 mm, ob ihnen ein Kern zukommt, kann ich nicht angeben, da die großen Kerne der Wassergefäße einer Entscheidung im Wege standen und ich zwischen ihnen keine besonderen Kerne fand.

Quergestreifte Muskelfasern, welche ich bei Echiniden beschrieben habe, traf ich bei keiner Ophiure an.

Die Bindesubstanz, welche den größten Teil der Körperwandung bildet, zeigt uns die gleichen Verhältnisse, wie wir sie bei den früher geschilderten Echinodermen antrafen. In einer gallertigen Zwischensubstanz liegen Zellen, deren Fortsätze dieselbe nach den verschiedensten Richtungen durchsetzen. Meist gelingt es, die Fibrillen noch in Zusammenhang mit ihren Bildnerinnen zu treffen. Dies ist an den Stellen vor allem der Fall, an welchen die Zwischensubstanz unverkalkt geblieben ist. Im übrigen erhält man, sobald der Kalk durch Chromsäure entfernt ist, die bekannten Bilder. Die Bindesubstanzschicht erscheint dann wie ein Netzwerk. In den hohlen Maschen lagerte die entfernte Kalk-

substanz. Dieser Kalk wird nicht als kompakte Masse abgeschieden, sondern bleibt nach allen Seiten netzartig von Kanälen durchzogen. Diese letzteren werden eben von der unverkalkten Bindesubstanz erfüllt. Fig. 9, Taf. XIV zeigt diese Masse und die Lücken. Die Bindesubstanzzellen von spindliger oder sternförmiger Gestalt liegen meist in den Knotenpunkten des Netzwerkes. In der Grundsubstanz treten die Fibrillen deutlich hervor. An anderen Stellen freilich sucht man vergebens nach ihnen, dann erscheint es, als wäre nur die hyaline Grundsubstanz vorhanden. Dies hängt meist von der Konservierung ab.

Außer Pigmentzellen mit baumförmig verästelten Fortsätzen treten, wenn auch selten, kuglige amöboide Zellen auf, welche eine feingranulierte Substanz besitzen, neben einem kugligen Kern. Sie sind 0,01 mm groß.

Die Bindesubstanzschicht des Darmes ist bereits erwähnt worden. Sie bietet insofern Interesse, als in ihr in Lücken und Spalten Blutflüssigkeit nachweisbar ist, ohne daß ein Endothel dieselben auskleidete.

II. Teil.

Die Crinoiden.

Kapitel 1.

Das Nervensystem.

Einer vollkommen neuen Untersuchung bedarf das Nervensystem unserer Tiere. Hierbei ist vor allem einmal der histologische Nachweis zu bringen, daß man wirklich es mit Ganglienzellen und Nervenfasern zu thun hat, was die Umhüllung des gekammerten Organes und die übrigen hierher gehörigen Elemente angeht: Gehen wir auf Grund einer histologischen Analyse die sämmtlichen Gewebe des Crinoidenkörpers durch, so wird sich wie bei den bisher von mir geschilderten Echinodermenklassen auch bei diesen Formen genau sagen lassen, was zum Nervensystem gehört. Die Gesichtspunkte, welche bisher geltend gemacht wurden, waren entweder rein morphologische (LUDWIG u. a.) oder physiologische (CARPENTER, MARSHALL u. a.). Nur ein Forscher, JICKELI [1]), macht eine Ausnahme, indem er in einer vor fünf Jahren erschienenen vorläufigen Mitteilung von rein histologischen Gesichtspunkten ausgeht. Leider ist eine ausführliche Arbeit seinen interessanten Zeilen nicht gefolgt.

Es war im Jahre 1865, dass W. B. CARPENTER [2]) die um sein sog. gekammertes Organ gelegene Nervenmasse als Nervensystem deutete. Damit war im Kelch das Nervenzentrum gegeben, von welchem aus in die Arme und die Pinnulae wie in die Cirrhen Nervenstränge strahlten. Diese Anschauung wurde von P. H.

1) JICKELI, Vorläufige Mitteilungen über den Bau der Echinodermen, in: Zool. Anzeig., 7. Jahrgang, No. 170, 1884.

2) W. B. CARPENTER, Researches on the structure, physiology and development of Antedon rosaceus, P. 1, in: Trans. Roy. Soc., London, V, 156.

CARPENTER[1]) zu der seinigen gemacht und in mehreren Arbeiten ausführlich begründet. Diese Deutungen haben von deutschen Forschern nur die Billigung von SEMPER[2]) erfahren, während GREEFF[3]), TEUSCHER[4]) und vor allem LUDWIG[5]) sie verwarfen. Der letztgenannte Forscher hielt diese von den Engländern als nervös angesehene Gewebemasse für eine „unverkalkt gebliebene skelettbildende Gewebslage". PERRIER[6]) stellte sich auf Seite CARPENTER's und ihm sind MARSHALL[7]) und CARL VOGT und YUNG[8]) gefolgt, während W. B. CARPENTER[9]) nochmals zu Gunsten seiner alten Auffassung neue Argumente ins Feld führte. Neuerdings hat übrigens auch LUDWIG seine Ansicht geändert, denn in der von ihm besorgten Neu-Bearbeitung der „Synopsis der Zoologie von LEUNIS" wird in der Einleitung zu den Crinoiden diesen außer dem ambulacralen Nervensystem noch ein Zentralorgan im Rücken zuerkannt, welches als antiambulacrales bezeichnet wird.

Betrachten wir die Resultate dieser verschiedenen genannten Arbeiten unbefangen, so scheint mir schon aus ihnen unzweifelhaft hervorzugehen, daß die fragliche, das gekammerte Organ umhüllende Fasermasse, sowie die von ihr ausstrahlenden Verzweigungen nervöser Natur sind. Den ausführlichen histologischen Beweis denke ich hier zu liefern. Außer diesem Nervenzentrum hat JICKELI ein zweites beschrieben, welches um den Mund gelagert ist und Äste abgiebt, welche die Wassergefäße begleiten. Das

---

1) P. H. CARPENTER, Remarks on the anatomy of the armes of the Crinoids, in: Journ. of Anat. and Physiology., V. 10, 1877. — On some points in the anatomy of Pentacrinus and Rhizocrinus, ebenda, V. 12, und On the genus Actinometra, in: Transact. of the Linn. Soc., V. 2, 1879, u. Challenger-Crinoiden, P. 1, 1884.

2) C. SEMPER, Kurze anatomische Bemerkungen über Comatula, in: Arbeit a. d. zool. Inst. Würzburg, 1. Bd., 1874.

3) GREEFF, Über den Bau der Crinoideen, in: Marb. Sitzber., 1876.

4) TEUSCHER, Beiträge zur Anatomie der Echinodermen: 1. Comatula, in: Jen. Zeitschr., Bd. 10, 1876.

5) LUDWIG, Morpholog. Studien an Echinodermen: Zur Anatomie der Crinoideen, in: Zeitschr. f. wissensch. Zoologie, Bd. 28, 1877.

6) E. PERRIER, Recherches sur l'anatomie et la régénération des bras de la Comatula rosacea, in: Arch. zool. expériment. T. 2, 1872.

7) A. M. MARSHALL, On the nervous System of Antedon rosaceus, in: Quart. Journ. of mikr. Sc., Bd. 24, 1884.

8) C. VOGT und YUNG, Lehrbuch d. prakt. vergl. Anatomie, Lief. 9 und 10, 1886.

9) W. B. CARPENTER, On the nervous system of the Crinoidea, in: Proc. of the R. Soc., No. 232, 1884.

Vorhandensein dieses Teiles des Nervensystems haben VOGT und YUNG bestritten. Sie haben es nicht zu Gesicht bekommen. Es ist jedoch vorhanden und werde ich seinen Bau, seine Verzweigungen ausführlich schildern. Weiter ist vornehmlich von LUDWIG und GREEFF ein Nervenring beschrieben worden, welcher um den Mund subepithelial gelagert ist, und von ihm auslaufende Nerven, die Ambulacralnerven. Genau histologisch untersucht sind diese Faserzüge bisher nicht. Nicht einmal Zellen, sondern nur Kerne sind in dieser streifig scheinenden Gewebsmasse beschrieben worden. Zudem hat CARPENTER[2]) darauf aufmerksam gemacht, daß Ambulacralnerven teilweise in den Armen von Actinometra gänzlich fehlen können und diese doch nicht weniger reizbar sind. Er bezeichnet den LUDWIG'schen circumoralen Nervenring — dessen Vorkommen JICKELI[3]) übrigens schon bestreitet — und seine Zweige in die Arme als einen accessorischen Teil des Nervensystems. Derselben Ansicht ist auch MARSHALL[4]), welcher die Subepithelialnerven als wahrscheinlich nervöser Natur, aber von vollkommen untergeordneter Bedeutung bezeichnet.

Dies ist in groben Umrissen der Stand der Frage nach dem Nervensystem der Crinoiden. Im folgenden habe ich Gelegenheit, im einzelnen auf die Arbeiten der genannten Forscher zurückzukommen.

Eigene Untersuchungen.

(1. Antedon rosacea.)

Das Nervensystem der Crinoiden ist teils epithelial, teils mesodermal gelagert.

Ich unterscheide den Teil des Nervensystems, welcher sein Zentralorgan in der um das gekammerte Organ liegenden Nervenfasermasse besitzt, als das dorsale Nervensystem von einem zweiten gesonderten Teil, welcher sein Zentralorgan in einem pentagonalen in der Bindesubstanz gelegenen Nervenring oder Schlundring besitzt, als dem ventralen Nervensystem. Hierzu kommt der im Vergleich mit Asteriden u. a. rudimentäre, in den Ambulacralfurchen epithelial (nicht subepithelial!) gelegene Teil des Nervensystems, das Ambulacralnervensystem.

---

1) a. a. O., p. 565.
2) Proceed. of the R. Soc., No. 232, 1884.
3) JICKELI, a. o. O.
4) a. o. O.

Die Begründung dieser Einteilung gebe ich ausführlich in der folgenden Darstellung.

Was die Nervenfaserzüge in der Wandung des Darmtraktus anlangt, so zweigen sich dieselben ab vom epithelial gelagerten Plexus, während die Nerven in den Mesenterien und Bändern der Leibeshöhle mit dem ventralen Nervensystem in Verbindung stehen.

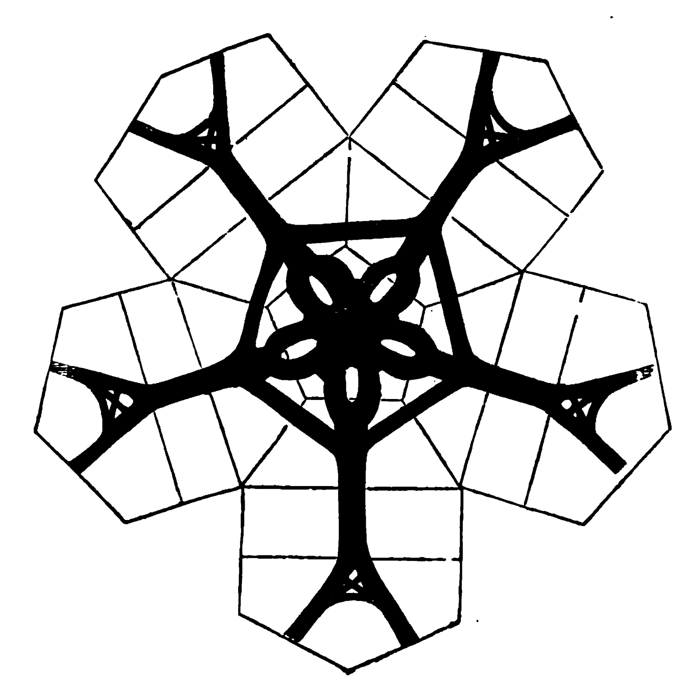
1. Das Zentralorgan des dorsalen (aboralen) Nervensystems.

Als das Zentralorgan bezeichne ich den im Centrodorsale liegenden Teil, von welchem aus die dorsalen Nervenstämme in die Arme und die Nervenzüge in die Cirrhen entspringen. Ich knüpfe bei der Beschreibung desselben an das über das sog. gekammerte Organ Gesagte an.

Es setzt sich das Zentralorgan zusammen erstens aus einer Summe von kreisförmig verlaufenden Nervenfasern, welche das gekammerte Organ dorsalwärts überlagert. Auf dem Längsschnitt Fig. 1, Taf. XVIII ist dieser Teil mit *c* bezeichnet. Von diesem Teil gehen die die Cirrhengefäße begleitenden Nervenfaserzüge aus. In Figur 2 ist derselbe stärker vergrößert wiedergegeben. Nimmt man nun Querschnitte durch das gekammerte Organ zu Hilfe und mustert dieselben von der Dorsalseite beginnend, so erhält man bald ein Bild, wie Fig. 4 wiedergiebt. Man sieht, wie an fünf Stellen, den Ecken eines regulären Fünfeckes, Nervenstämme austreten und nach oben in die Höhe streben. Der Querschnitt Fig. 4 ist etwa in der Höhe von *a—b* in Fig. 1 gelegt. Auf einem der nächsten Querschnitte Fig. 5 ist zu sehen, wie eine Teilung jedes der anfangs einfachen Nervenstämme eingetreten ist: sie teilen sich dichotomisch. Die fünf äußeren Hohlräume sind, wie ich hier erinnere, fünf Fortsetzungen der Leibeshöhle, welche sich bei Anted. rosac. besonders tief herunter erstrecken. Ein weiterer Querschnitt Fig. 6 ist durch das obere Ende des gekammerten Organes gelegt (er würde der Richtung von *c—d* in Fig. 1 entsprechen). Aus ihm geht hervor, daß das gekammerte Organ auch an seiner Ventralseite von einer Nervenfasermasse umhüllt wird in gleicher Weise wie an der dorsalen und den Seiten. Ventralwärts wird die Nervenmasse von der Rosette Carpenters begrenzt, einem Kalkstücke (*R* in Fig. 1 und 10, Taf. XVIII). Ein Querschnitt oberhalb des gekammerten Organes zeigt folgendes. Die auf tieferen Schnitten als dichotomich geteilte Nervenstämme beschriebenen Gebilde sind weiter auseinandergetreten, und indem

je zwei benachbarte convergieren (Fig. 7), tritt eine Verschmelzung derselben ein zu einem unpaaren kräftigen Nervenstamm (Fig. 8). Diese fünf Nervenstämme, welche hierdurch entstanden sind, sind die fünf Armnerven. Kurz nach ihrer Bildung — im ersten Radiale — werden sie untereinander durch eine Kommissur verbunden, welche die Form eines Pentagons hat. Ein Querschnitt durch diesen Teil ist in Fig. 1, Taf. XIX abgebildet. Will man auf Längsschnitten diese Kommissur antreffen, so müssen diese tangential zum gekammerten Organ geführt werden. Einen solchen giebt die Fig. 10 auf Taf. XVIII wieder.

Von dem Verlauf der fünf Radialnerven sowie der soeben geschilderten Verhältnissen giebt das untenstehende Diagramm ein Bild.



Die Nervenstämme treten durch das zweite Radiale hindurch um im dritten sich dichotomisch zu teilen und in die Arme als Armnervenstämme einzutreten.

Unmittelbar nach ihrem Auseinanderweichen findet das merkwürdige Chiasma nervorum brachial. statt, indem je ein Nervenzug von einem Armnerv zum anderen zieht. Beide kreuzen sich, und da wo die dem Kelche abgewendeten Ursprungsstellen der

beiden Nervenzüge sind — tritt noch ein quer verlaufender Nervenzug hinzu, wie die Fig. 2 auf Taf. XX — nach einem Längsschnitt durch einen Arm entworfen — ausweist.

Dieses ist der Bau des zentralen Teiles des Nervensystems.

Das Diagramm, welches ich oben gegeben habe, stimmt überein mit dem von Marshall [1]) gegebenen, ist nur weniger schematisch und genau nach der Querschnittserie konstruiert. Abweichend ist es von dem von Ludwig [2]) gegebenen, da bei Anted. rosac. die die Radialia durchziehenden Nerven nicht paarig sind, sondern eine gemeinsame Masse darstellen. Dies gilt übrigens auch für die Gattung Actinometra.

Der feinere Bau. Mit Recht konnte Jickeli sagen, daß der histologische Beweis für die nervöse Natur dieser Fasermassen noch nicht erbracht sei, wenn auch seither einzelne Forscher multipolare Zellen gesehen haben. Irgendwelche Abbildungen, welche den Bau der Nervenfasern illustrieren könnten, giebt es bis jetzt nicht.

Daß man nun diese die Wandung des gekammerten Organes bildenden Fasermassen nicht für bindegewebiger Natur halten kann, muß Jeder, welcher jemals Nerven und Bindegewebe eines Echinodermen untersucht hat, sofort erkennen — wenn nicht etwa das Material in zu schlechtem Zustand sich befindet.

Während die Bindegewebsfasern sich durch ihren gröberen Bau und durch die ihnen eigentümliche netzförmige Anordnung auszeichnen, sind die Fibrillen des Zentralnervensystems äußerst fein; sie liegen eng eine an die andere geschmiegt, und verlaufen nie wirr durcheinander, sondern parallel. Mit neutraler Karminlösung behandelt färbt sich ihre Masse hellrosa, während die Ganglienzellen sich durch ihren dunkeln Leib hervorheben.

Untersucht man die Nervenfibrillen in Glycerin, so fällt an ihnen auf, daß ihre Substanz ein feinkörniges, oder fein granuliertes Aussehen besitzt, und zugleich ein starkes Lichtbrechungsvermögen besitzt. Die Dicke der Fasern bleibt sich im Allgemeinen gleich. Sie sind noch eben meßbar, ungefähr 0,001 mm dick.

Außer diesen Nervenfibrillen treten Zellen auf, welche sich schon durch ihren Habitus als Ganglienzellen erkennen lassen. Solche Zellen sind aus einem Mazerationspräparat in Fig. 3 Taf. XX

1) Marshall, Q. Journ. Micr. Sc. (2) Vol. 24.

2) Ludwig, Bd. 1 der Morpholog. Studien an Echinodermen, Taf. XV, Fig. 38.

abgebildet. Es lassen sich leicht zwei durch keinerlei Übergänge verknüpfte Arten unterscheiden. Einmal kleine 0,003 mm große bipolare Zellen, welche regellos zerstreut zwischen den Fasern liegen und zweitens größere Ganglienzellen, welche meist multipolar sind.

Die größeren Zellen sind entweder spindlig und dann bipolar, oder aber ihre Gestalt ist eine sehr unregelmäßige wie Fig. 3 auf Taf. XX zeigt. Ihre Größe ist schwer genau anzugeben, da ihr Leib oft sehr in die Länge gezogen sein kann. Sie schwankt zwischen 0,007—0,02 mm.

Der bläschenförmige Kern ist oval und zeigt fast stets ein Kernkörperchen. Die Zellsubstanz färbt sich intensiv; sie erscheint an meinen teils mit $^1/_3$ Chromsäure, teils mit Alkohol konservierten Präparaten granuliert. Man trifft unsere großen Ganglienzellen in bestimmter Lagerung an, während die kleineren überall zerstreut in weit größerer Anzahl auftreten.

Der Faserverlauf im Zentralorgan. Da die Fasernmasse auf der dorsalen Fläche durch die große Menge der Cirrhusgefäße durchsetzt wird, so ist der Verlauf hier ein sehr unregelmäßiger. Da jedes dieser Gefäße von einem Mantel Nervenfibrillen umhüllt und begleitet wird, und diese Fibrillen nicht nur aus der peripheren Schicht, sondern auch aus der mehr zentral gelagerten hervorgehen, so ist der Verlauf hier als ein nur im Allgemeinen konzentrischer anzusehen. An den Seiten treten die nach der Ventralseite hinaufsteigenden und das gekammerte Organ rings umhüllenden Stämme aus, zunächst fünf, die sich aber alsbald gabeln (Fig. 4 u. 5, Taf. XVIII). Hier haben wir eine zentrale den Kammern anliegende Nervenmasse, welche aus konzentrisch verlaufenden Fibrillen sich zusammensetzt, zu unterscheiden von den peripheren Fibrillen, welche sich zu den fünf Nervenstämmen formieren. Die Fasern verlaufen in der Richtung dieser Stämme parallel zu einander. Die großen Ganglienzellen sind besonders zahlreich in der Dorsalseite vertreten, da wo die Nervenfasern sich zu den Zügen formieren, welche die Cirrhengefäße begleiten, und ebenso da wo sich diese genannten Hauptstämme bilden. Der das gekammerte Organ direkt umhüllende Teil der Nervenfasern, in Fig. 5 mit *c* bezeichnet, verläuft konzentrisch. Aus beiden Figuren erhellt die Lage der Ganglienzellen, welche als dunklere Partieen hervortreten. Die Fasern, welche die äußerste Hülle um das gekammerte Organ bilden, verlaufen, in Fig. 6 mit *c* bezeichnet, zum größten Teil konzentrisch, teilweise auch wirr durcheinander,

untermischt mit den großen Ganglienzellen, welche hier am schönsten zu demonstrieren sind.

Der Faserlauf wie er sich von Fig. 7 auf Taf. XVIII bei stärkerer Vergrößerung darstellt, ist in Fig. 7 auf Taf. XIX wiedergegeben, während Fig. 9 zu Fig. 6 auf Taf. XVIII gehört. Aus letzterer Figur erhellt, wie beide Nervenstämme, welche dichotomisch auseinanderweichen, um mit den benachbarten zu verschmelzen, vor ihrer Trennung nochmals eine Verbindung in den mit *c* bezeichneten Faserzügen eingehen.

Eine weitere ringförmige Verbindung zwischen den fünf zu den Armen führenden Hauptstämmen ist die im ersten Radiale gelegene, welche aus nur konzentrisch verlaufenden Nervenfibrillen sich zusammensetzt (vergl. den Holzschnitt auf p. 291 und Fig. 1 auf Taf. XIX).

2. Die fünf dorsalen Hauptnervenstämme und ihr Verlauf in den Armen.

Die fünf Hauptnervenstämme sind wie bei ihrem Ursprung so im ganzen Verlauf solide Gebilde, welche keinerlei Höhlungen im Zentrum besitzen. Ich befinde mich in dieser Anschauung in Übereinstimmung mit W. B. und P. H. Carpenter, sowie mit Ludwig. Sobald man gutes Material vor sich hat, scheint es mir ganz unmöglich zu sein, zu einer gegenteiligen Meinung zu gelangen. Man fertige noch so viele Querschnitte und Längsschnitte durch diese Nervenstämme an, immer muß man erkennen, daß nur Nervenfasern und Ganglienzellen sie zusammensetzen, aber kein Hohlraum oder etwa eine in ihm geronnene Flüssigkeit sich findet. Wenn man freilich die Abbildung betrachtet, welche Vogt und Yung [1]) geben, so ist es für Jeden, der nur einmal diese Nerven auf guten Präparaten gesehen hat, sofort klar, daß vollständig mazeriertes, also unbrauchbares Material diesen Forschern vorgelegen haben muß. So sieht eben niemals ein Nerv aus. Was bei ihnen als granulierte Substanz beschrieben wird, — sie geben ein Querschnittsbild — ist nichts anderes als die quer durchschnittene Nervenfibrillenmasse, wie man sich auf Längsschnitten und vor allem Zerzupfungspräparaten überzeugen kann. Es ist ziemlich leicht die Nervenstämme kurz nach ihrem Austritt aus dem Zentralorgan aus dem Knopf herauszupräparieren und nach-

1) Vogt und Yung, Lehrb. d. prakt. vergl. Anatomie. Lieferg. 9, 1886.

träglich in Drittelalkohol oder anderen Flüssigkeiten und Glycerin zu untersuchen. Ein solches Präparat ist in Fig. 6 auf Taf. XX wiedergegeben.

Die Angaben von PERRIER sind, da Abbildungen bisher fehlen, und dieselben nur als vorläufige Mitteilungen zu betrachten sind, nicht zu kontrollieren. Ich erwähne deshalb nur, daß derselbe ebenfalls wie VOGT die Nervenstämme als hohle Röhren auffaßt.

Verfolgen wir die fünf Hauptnervenstämme in ihrem Verlaufe durch das erste und zweite Radiale weiter! Ein Querschnitt durch einen Nervenstamm zeigt, daß derselbe annähernd kreisförmig ist. Peripher wird die Nervenfibrillenmasse von den grossen meist multipolaren Ganglienzellen überkleidet, während solche Zellen in der zentralen Masse ebenfalls auftreten, ohne daß sich eine Gesetzmäßigkeit für ihre Lagerung feststellen ließe. Die kleinen, meist bipolaren Zellen sind ebenfalls und zwar gleichmäßig verteilt vorhanden. Fig. 11 auf Taf. XVIII ist einem Längsschnitt durch einen Hauptnervenstamm entnommen. Kurz nach dem Eintritt in das dritte Radiale beginnt sich der Hauptnervenstamm in die zwei Armnervenstämme gabelförmig zu teilen. Kurz nach dieser Teilung findet ein Austausch der Nervenfasern statt, hier liegt *das Chiasma nervorum brachialium* und die bogenförmige Kommissur, wie ich beide Bildungen nenne. Beide sind schon den älteren Beobachtern bekannt und später von LUDWIG u. a. geschildert worden. Eine genaue Abbildung existiert noch nicht und so dürfte die in Fig. 2 auf Taf. XX gegebene nicht unwillkommen sein. Dieselbe ist einem tangentialen Längsschnitte durch das dritte Radiale entnommen worden. Vergleicht man den Holzschnitt auf Seite 291, so wird man über die Lagerung dieser Bildungen sofort orientiert sein.

Kurz nach der dichotomischen Teilung des Hauptstammes geht aus jedem Teilungsast ein Zweig von Nervenfibrillen unter spitzem Winkel ab zum entgegengesetzten. Beide lagern übereinander und treffen sich gerade in der Mitte unter fast rechtem Winkel. Die Fasern vermischen sich unterwegs nicht miteinander. Da nun, wo sie in die beiden Teilungsäste wieder eintreten, in Fig. 2 auf Taf. XX mit *c* bezeichnet, liegt die bogenförmige Kommissur, welche aus parallelen Nervenfasern gebildet wird, welche die beiden Teilungsäste verbinden, bevor sie weiter divergierend in die Arme eintreten. Der Verlauf der Nervenfibrillen ist aus der Figur zu erkennen. Große multipolare Ganglienzellen liegen besonders da, wo die Kommissur endet, während im Chiasma

wenige auffallen. Im Übrigen ist der Bau der gleiche wie an anderen Stellen der Nervenstämme. Beträgt der Durchmesser des Hauptnervenstammes bei Anted. rosac. 0,2 mm, der der Teilungsäste (Armnerven) 0,1 mm, so messen die das Chiasma bildenden Stränge nur 0,02 mm.

Der Nervenast verläuft nun in der Dorsalseite des Armes. Aus Fig. 2 auf Taf. XXIII ist die Lage desselben zu erkennen. Es verläuft der Armnerv bis zur Spitze des Arms sich allmählich verjüngend.

Während seines Verlaufes giebt er seitlich Äste ab, welche teils zu den Muskeln und dem Epithel, teils zu den Pinnulae ziehen. Der Entdecker derselben ist W. B. CARPENTER. Er sah wie paarige Äste zwischen je zwei Kalkgliedern austreten. Die genauen Angaben verdanken wir aber erst P. H. CARPENTER. Seine Untersuchungen beziehen sich auf Actinometra (armata und nigra). Er fand, daß die Armnerven im Zentrum eines Kalkgliedes — sowohl in den Armen wie in den Pinnulis — anschwellen und an dieser Stelle vier Zweige austreten. Da ich nur die Beobachtungen CARPENTER's bestätigen kann, so verweise ich auf das Querschnittsbild durch einen Armnerven, Fig. 13 auf Taf. XIX. An vier Stellen, welche sich gegenüberliegen, gehen Nervenzüge ab, welche sich aus feinsten Fibrillen, welche oft weit aus dem Inneren der Nervenfibrillenmasse des Armnerven ausgehen, zusammensetzen. Multipolare Ganglienzellen, wie ich oben[2]) beschrieben habe, lagern zwischen den Fasern, wenn auch nicht in allzugroßer Anzahl.

Diese vier Nervenzüge sind nach Färbung mit neutraler ammoniakalischer Karminlösung sehr schön wahrzunehmen, da sie sich deutlich von der sie umhüllenden Bindesubstanz absetzen. Was den feineren Bau des dorsalen Armnerven selbst noch anlangt, so sei betont, daß dorsalwärts die großen mit Körnchen versehenen Wanderzellen angehäuft liegen, welche eine periphere Decke des Nerven bilden. Oft erhält man Bilder, auf welchen es aussieht, als ob der Nervenstamm durch eine Scheidewand getrennt sei in zwei Hälften. Diese Bildungen sind auf die Lagerungen von Ganglienzellen zurückzuführen. Die Deutung, welche VOGT und

---

1) W. B. CARPENTER, On the Structure, Physiology and Development of Antedon rosaceus, in: Proc. Soc. Roy., 1876.

2) P. H. CARPENTER, Remarks on the Anatomy of the Arms of the Crinoids, in: Journ. of Anat. and Phys., V. 10, 1876, Part. 2. V. 11, 1876.

YUNG ihnen geben, indem sie paarige Gefäße im Zentrum des Nervenastes vermuten, habe ich bereits oben berührt, da ich mit CARPENTER und MARSHALL der Meinung bin, daß die Nerven solid sind, wie ein genaues Bild (Fig. 13) auch aufs unwiderleglichste zeigt. Die vier Nervenzüge nehmen nun folgenden Weg. Die zwei ventralen ziehen bis zur Muskulatur, Äste abgebend, welche teils an das Epithel herantreten, während die dorsalen sich dendritisch verzweigen und sich ebenfalls bis zum Epithel verfolgen lassen. Weiter zweigen sich starke Nervenäste zu den Pinnulae ab, um in gleicher Weise, in derselben Lagerung wie in den Armen zu verlaufen. An dem Nervenast jeder Pinnula lassen sich mit gleicher Regelmäßigkeit seitliche Verzweigungen konstatieren.

Wie meine Figur zeigt, sind die Bildungen der austretenden Nervenzüge bei Antedon rosacea die nämlichen wie bei Actinometra. Auch bei Ant. Eschrichti lassen sie sich leicht erkennen. In einer seiner letzten Abhandlungen hat W. B. CARPENTER noch einmal seine Ansicht verteidigt und ein Diagramm durch einen Arm von Ant. rosac. gegeben, auf welchem die vier Nerven mit ihren Verzweigungen eingetragen sind, besonders ihre Verzweigungen in den Muskeln.

Fassen wir zusammen, so ergiebt sich als Resultat, daß von den Armnervenästen in bestimmten Intervallen je zwei dorsale und ventrale Nervenzüge austreten. An diesen Stellen ist der Nervenast verdickt; man kann somit eine Gliederung, eine Metamerie, entsprechend den Kalkgliedern an demselben, unterscheiden.

3. Die vom Zentralorgan des dorsalen Nervensystems ausstrahlenden Nervenäste der Cirrhen.

In Fig. 2 auf Taf. XVIII zeigt der Längsschnitt durch das Zentralorgan die vom gekammerten Organ austretenden Gefäße, welche die Cirrhen durchziehen. Jedes dieser Gefäße wird nach seinem Durchtritte durch die Nervenfibrillenmasse von einer Schicht Nervenfibrillen umhüllt, welche einen allseitig starken Mantel um das Gefäß bilden und eine größere Dicke besitzen als der Durchmesser des Gefäßes hat. Einen Querschnitt durch ein Cirrhusgefäß habe ich in Fig. 9 auf Taf. XIX gegeben. Man sieht die Ganglienzellen, meist multipolare, welche peripher lagern oder zwischen den Fasern auftreten. Sie sind in bestimmte Gruppen

1) W. B. CARPENTER, On the Nervous system of the Crinoidea, in: Proc. of the Roy. Soc., No. 232, 1884.

gesondert. Von dem Cirrhusnerven gehen in derselben Weise, wie es oben beim Armnervenast geschildert wurde, an vier diametral gegenüberliegenden Ecken Nervenzüge ab, welche teils die eigenartige Muskulatur der Cirrhen, teils die Haut innervieren.

Daß in den Cirrhusnerven Gefäße verlaufen, ist lange bekannt. Teuscher [1]) hat dieselben gesehen und nach ihm hat sie Ludwig [2]) geschildert, ohne freilich die Deutung der peripheren Fasermasse als Nervenfasern zu geben. Wie es sich mit der zentralen Scheidewand verhält, welche den Hohlraum der Gefäße durchzieht, habe ich bei der Besprechung des gekammerten Organes ausgeführt.

4. Das ventrale (orale) Nervensystem und sein Zentralorgan, der mesodermale pentagonale Schlundring.

Einen Mund-Nervenring hat zum ersten Male Jickeli [3]) in einer vorläufigen Mitteilung beschrieben, und zwar als „drittes Nervensystem". Sein Vorkommen bestreiten Vogt und Yung [4]).

Ich kann die Angabe Jickeli's bestätigen und weiterführen.

Es lagert als Zentralorgan der Nerven in der Ventralseite um den Mund ein pentagonaler Nervenring. Auf Vertikalschnitten durch die Mundöffnung bringt man denselben leicht zur Anschauung. In Fig. 2 auf Taf. XIX ist ein Teil eines Längsschnittes durch die Mundöffnung wiedergegeben. Mit *T* ist der der Länge nach durchschnittene Mundtentakel bezeichnet. Der Nervenring liegt in der Cutis, der Bindesubstanz, er ist in der Figur durchquert und mit *NR* gekennzeichnet. Horizontalschnitte durch die Mundscheibe lassen seine Lagerung und vor allem die Abzweigung von Nervenfaserbündeln weiter erkennen. Fig. 7 auf Taf. XX zeigt einen Horizontalschnitt, welcher in der Höhe des Wassergefäßringes geführt ist. Auf einem solchen Schnitt wird man, da der Nervenring mit dem Wassergefäß-Ringkanal in einer Höhe liegt, diesen wenigstens teilweise antreffen. In Fig. 7 ist der pentagonale Nervenring vollständig eingezeichnet, indem die Bilder von mehreren aufeinander folgenden Schnitten kombiniert wurden.

---

1) Teuscher, Beiträge zur Anatomie der Echinodermen. Comatula mediterranea, in: Jen. Zeitschr. f. Naturw., Bd. 10, 1876.

2) Ludwig, Beitr. z. Anat. d. Crinoiden, in: Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 28, 1877.

3) Jickeli, Vorläufige Mitteilungen über den Bau der Echinodermen, in: Zoolog. Anz., 7. Jahrg., 1884.

4) a. o. O.

Der Nervenring zeigt auf dem Querschnitt gesehen (Fig. 3 auf Taf. XIX) eine ovale Gestalt. Peripher, sowie zwischen seinen Fasern liegen bi-, sowie multipolare große Ganglienzellen, welche denen im Zentral-Nervensystem vorkommenden gleichen. Der Höhendurchmesser des Nervenringes beträgt ungefähr 0,03 mm.

Die Zahl der vom Nervenring abgehenden Nervenzüge ist eine sehr große. Zunächst lassen sich zentralwärts Aste verfolgen, welche in die Tentakel eintreten (Fig. 2 auf Taf. XIX) und weiter je zwei Nervenzüge, welche neben den fünf vom Wassergefäßring abgehenden Wassergefäßen verlaufen (Fig. 7 auf Taf. XX). Weiter treten Nervenzüge, ich habe meist zwei wahrgenommen, zwischen je zwei Wassergefäßen aus, um sich in der Haut nach allen Seiten zu verzweigen. Ein solcher Nervenzug ist in Fig. 2, Taf. XIX wiedergegeben. Von diesen Nervenzügen treten starke Aste ab, um in dem Bindegewebe der die Leibeshöhle durchziehenden Mesenterien und Bänder zu verlaufen (vergl. dieselbe Figur). Man trifft diese Nervenzüge allerwärts in der Leibeshöhle an, so in der Nähe des drüsigen Organes u. s. w.

Verfolgen wir einen der zwischen zwei Wassergefäßen verlaufenden Nervenäste weiter, so sieht man, wie derselbe sich bald teilt und nach den verschiedensten Seiten in der Bindesubstanz sich verzweigt. Diese Verzweigungen treten von der Ventralfläche auf die Arme über, da, wo diese bereits mit der Scheibe verschmelzen. Ein Vertikalschnitt durch die Seitenfläche eines Armes im dritten Brachiale giebt Fig. 4 auf Taf. XIX bei schwacher Vergrößerung wieder. Es sind fünf Wimperröhren der Länge nach getroffen. Ihre zentralen Mündungen öffnen sich in Teile der Leibeshöhle. Rechtwinklig nun zu diesen Röhren verläuft in der Bindesubstanz ein Nervenast, welcher hier und da feinere Aste abgiebt. Von diesem Nervenast, welcher, wie ich angab, mit dem Schlundnervenring in Verbindung steht, treten Nervenfibrillenbündel zu dem Epithel der Wimperröhren, welche sich deutlich erkennen lassen. Fig. 5 auf Taf. XIX zeigt diese Verhältnisse bei stärkerer Vergrößerung. In dem Nervenzug lassen sich große bi- wie multipolare Ganglienzellen erkennen, welche zumeist eine periphere Lagerung haben. In Fig. 6 auf Taf. XIX ist ein Längsschnitt durch einen Hautnerven aus der Ventralseite abgebildet, welcher die gleichen Zellen zeigt. Alle diese Nerven sind solid, nicht Gefäßnerven. Als solche sind allein, wie schon gesagt, die Cirrhennervenzüge zu betrachten.

Ein deutliches Neurilemm habe ich mit Sicherheit an keinem dieser Fibrillenbündel nachweisen können. Man könnte aber die rings um den Armnervenstamm gelegene Bindesubstanzlage, in welcher teilweise Wanderzellen in großer Menge liegen, als solches auffassen, da diese unverkalkt bleibt. Die zu der Haut ziehenden Nervenzüge scheinen aber niemals eine Hülle zu besitzen, wenigstens habe ich mich nicht davon überzeugen können, daß die nach langer 10 und mehrtägiger Entkalkung streckenweise zur Ansicht kommende helle Membran um die stärkeren Nervenzüge nicht ein Kunstprodukt sei.

5. Die Verzweigungen des ventralen (oralen) Nervensystems in den Armen und den Pinnulae.

Die Resultate über diese Verzweigungen des ventralen Nervensystems in den Armen, welche ich im folgenden wiedergebe, können nur an Quer- und Längsschnittserien gefunden werden. Die stets mit Chromsäure $^1/_3$ $^0/_0$ entkalkten Scheiben und Arme lassen sich nach genügendem Auswaschen und Färbung mit Ehrlich's saurer Hämatoxylinlösung besser von den umgebenden Geweben unterscheiden als mit einem anderen Färbemittel. Die Nervenfaserzüge treten dann als dunkelblau bis grau gefärbte Stränge hervor.

Ich schilderte oben, wie vom pentagonalen Schlundring Nervenzüge austreten, welche die Wassergefäße rechts und links begleiten. Diese fünf Nervenpaare gabeln sich und treten in die zehn Arme in der Weise ein, daß je ein Paar in der ventralen Wandung verläuft in der Höhe des Wassergefäßes, welches jeden Arm durchzieht. Die Lage dieser Nervenzüge zeigt ein Querschnitt durch einen Arm. Fig. 1 auf Taf. XX giebt die ventrale Hälfte eines Armes wieder. *RW* bezeichnet das durchgequerte Wassergefäß, während NL^1 und NL^2 die beiden Nervenzüge vorstellen. Ihr Durchmesser beträgt etwa 0,02 mm; bleibt also bedeutend hinter dem der dorsalen Nervenstämme zurück. Von diesen beiden Nervenzügen gehen eine Anzahl von feineren Ästen ab.

Die beiden ventralen Nervenzüge geben eine Reihe Nerven ab, nämlich erstens Nervenzüge, welche zur Muskulatur des Wassergefäßes und seiner Verzweigungen in die Tentakel *T* ziehen und je einen Nervenzug, welcher in der Bindesubstanz des Tentakels bis zur Spitze zieht. Fig. 3, Taf. XXI zeigt diese Verhältnisse. Die einzelnen Nervenzüge sind leicht zu erkennen. In

Fig. 4 ist ein Teil eines Querschnittes stärker vergrößert. Vom durchquerten Nervenast gehen folgende Nervenzüge ab. Einer nach der Dorsalseite, einer zum Wassergefäß *N.w.* und einer zum Tentakel. An letzterem lassen sich seitliche Verzweigungen erkennen. Der Bau aller dieser Nerven ist übereinstimmend. Es sind Fibrillenbündel, welchen Ganglienzellen — dies gilt besonders von den beiden Längsnerven — peripher auflagern.

Es läßt sich nun genau feststellen, daß von den in die Tentakel eintretenden Nervenzügen die Sinnespapillen innerviert werden, und daß die von dem epithelialen Nervenplexus sich abzweigenden Nervenfibrillen von nur nebensächlicher Bedeutung sind.

In gleicher Weise treten zu den Sinnespapillen auf den Pinnulae Nervenzüge, welche zu dem gleichen ventralen Nervensystem gehören. Man trifft in den Pinnulae auf der ventralen Seite je einen Nervenzug rechts und links vom Wassergefäß, welche Nerven sowohl dorsal- wie ventralwärts abgeben.

Es fragt sich nun: besteht ein Zusammenhang zwischen dem von mir als dorsales (aborales) Nervensystem und dem als ventrales (orales) ihm gegenübergestellten mesodermalen Nervensystem? Diese Frage ist zu bejahen.

Beide Nervensysteme besitzen ihr eigenes Zentralorgan, das erstere in der das sog. gekammerte Organ umhüllenden Nervenmasse, das orale in dem pentagonalen Schlundring, ihre peripheren Verzweigungen sind untereinander in Verbindung.

Die dorsalen Nervenstämme der Arme entsenden in regelmäßigen Abständen bald auf der einen, bald auf der anderen Seite je einen Nervenzug zu den ventralen seitlich vom radiären Wassergefäß gelegenen beiden Nerven, und zwar alternierend zu dem einen und anderen. Ein Längsschnitt durch einen Arm, auf welchem der zu der Pinnula ziehende auf der ventralen Seite vom dorsalen Nervenstamm austretende Nerv in seinem Verlaufe getroffen ist, gelingt es auch einen solchen Verbindungsast zu erkennen. Sehen wir auf der einen Seite zur Pinnula den Nerv ziehen (Fig. 2, Taf. XXII), so ist auf der anderen der mit *N V* bezeichnete Nerv (Fig. 1, Taf. XX) dargestellt, wie er aus dem dorsalen Nervenstamm entsprungen in gerader Linie die Bindesubstanz durchsetzt, bis an das Körperepithel herantritt, hier weiter verläuft, sich mit dem in der Figur durchquerten einen Längsnerven in Verbindung zu setzen.

Da nun die Pinnulaenerven entsprechend der Stellung der Pinnulae alternierend bald auf der einen, bald auf der anderen Seite, bald rechts bald links liegen, so ist die Lagerung unserer Verbindungsnerven damit auch gegeben. Bei Anted. rosac. beträgt ihre Stärke 0,82 mm.

Bezieht sich die soeben gegebene Beschreibung auf Antedon rosacea, so sind die Verhältnisse bei Actinometra und den festsitzenden Formen ganz die gleichen. Leider ist das Material, nachdem es Wochenlang entkalkt werden mußte, nicht in dem Zustande erhalten, welcher eine genaue Darstellung erlaubt.

6. Antedon Eschrichti.

Die Erwartung, daß die größeren Arten wie Anted. Eschrichti das ventrale Nervensystem der Arme noch deutlicher zeigen würden als Ant. rosac. erfüllte sich leider nicht. Sowohl die paarigen Längsnervenzüge als die Seitenzweige, welche in die Pinnulae abgehen, sind sehr gering entwickelt.

Auf Querschnitten durch den Arm sind die beiden Längsnerven oft schwer aufzufinden, da sie ihres geringen Durchmessers wegen — sie messen 0,02 mm — sich bei gewöhnlicher Färbung mit Carmin wenig von der sie umgebenden Bindesubstanz abheben. Sucht man sich aber solche Querschnitte aus, auf denen zugleich der Austritt von Nervenzügen zu den Tentakeln zu sehen ist, so erkennt man leicht die Lage und die querdurchschnittene Masse des Längsnerven, wie Fig. 1 auf Taf. XXI wiedergiebt. Die Einlagerung der Sacculi sind besonders bei dieser Art sehr störend und können den Längsnerven fast unkenntlich machen, indem sie durch ihr Wachstum seine Lagerung beinträchtigen. Immerhin läßt er sich durch Behandlung der Schnitte (nach dem Aufkleben auf den Objektträger) mit Osmiumsäure noch recht deutlich machen. Die Nervenzüge, welche in die Tentakel eintreten sind höchstens 0,01 mm stark und geben während ihres Verlaufes seitlich feine Zweige ab.

In Fig. 1 auf Taf. XXI ist ein Längsschnitt durch einen Tentakel abgebildet. Das Epithel auf der inneren, der Ambulacralrinne zugewendeten Seite des Tentakels ist stark verdickt und gleicht dem in der Rinne. Es hat eine Höhe von 0,08 mm, seine Zellen sind Epithelsinneszellen mit Stützzellen untermischt. Fig. 5 giebt einen Teil dieses Epithels stärker vergrößert wieder. Vom Ambulacralnerven tritt ein Nervenast in den Tentakel ein, in Fig. 1 mit *nf* bezeichnet, und läßt sich bis fast zur Spitze ver-

folgen. Das innere Epithel wird demnach mit samt seinen Papillen innerviert von einem Seitenzweig des Ambulacralnerven, welche bei dieser Art stark entwickelt ist.

Das Epithel auf der Außenseite des Tentakels hingegen wird von einem Seitenzweig des ventralen Längsnerven versorgt, welcher in Fig. 1 dargestellt ist, und bis zur Spitze, wo er endet, zu verfolgen ist (*NT.*).

Der dorsale Nervenstamm und seine Verzweigungen.

Da ich bei dieser Form eine Gliederung auffand, wie ich sie bei Ant. rosac. nicht fand, so erwähne ich zugleich seine Verzweigungen näher.

In regelmäßigen Abständen liegt auf der ventralen (oralen) Seite des Nervenstammes ein Ganglion auf, welches aus einer Anzahl von unipolaren Zellen sich zusammensetzt, wie es Fig. 7 auf Taf. XXI wiedergiebt. Fig. 9 zeigt den kugligen Leib der Ganglienzellen, welche 0,01—0,02 mm groß sind, ein heller blasiger Kern zeigt ein Kernkörperchen, während ein starker Fortsatz senkrecht in die Nervenmasse hineinzieht um pinselförmig auszustrahlen. Diese Ganglien liegen im Bereich der zwischen zwei Armgliedern gelegenen Muskeln.

Weiter fällt nun auf Querschnitten durch die dorsalen Nervenstämme ein komplizierter Faserverlauf auf, welchen ich, so gut es nach meinem Material geht, schildern will. Es handelt sich um einen Austausch der dorsal und ventral austretenden Nervenzüge. Die einzelnen austretenden Nerven lassen sich teilweise weit in das Innere der Nervenmasse, deren Fibrillen größtenteils längs verlaufen, verfolgen, indem sie hier durch Kommissuren miteinander verbunden werden. Während bei Ant. rosac. an vier diametral gegenüberliegenden Stellen Nervenzüge austreten, sehen wir bei dieser Art wie auf der Dorsalfläche solche entspringen können (Fig. 8, Taf. XXI) und wie auch auf den Seiten zwischen dem dorsalen und ventralen aus den Ecken hervortretenden Nerven besondere Züge ihren Ursprung nehmen können, wie Fig 7 zeigt. Dabei stehen alle diese Züge in Verbindung untereinander, indem sie aus dem Zentrum des Nervenstammes entspringen.

Ein oder hier und da zwei auf dem Querschnitt kreisförmige Gebilde (in Fig. 7 mit *qunf* bezeichnet) liegen im Zentrum und stellen querdurchschnittene Fibrillenbündel dar, welche wohl zu den genannten querverlaufenden Zügen in Verbindung stehen.

Die Ganglienzellen, welche teilweise zentralwärts (Fig. 8, Taf. XXI) angehäuft sein können, sind meist multipolar; unipolare Zellen liegen also nur peripher.

Im Übrigen ist die Zusammensetzung dieser dorsalen Nervenstämme die gleiche wie die der ventralen. Es sind die feinsten nicht untereinander kommunizierenden, sondern meist parallel verlaufenden auf dem Querschnitt punktförmigen Nervenfibrillen, während die von ihnen sich abzweigenden Äste Bündel von Fibrillen darstellen.

Bei dieser Art gelang es mir weiter die Verzweigungen der an den Seiten austretenden Nervenzüge genauer zu verfolgen.

Fig. 2 auf Taf. XXI giebt das Verhalten derselben wieder. Die Figur ist unter Kombinierung von vier aufeinanderfolgenden Schnitten konstruiert. Die auf der Dorsalseite austretenden Nervenzüge hn^1 und hn^2 teilen sich kurz nach ihrem Ursprung dichotomisch, und jeder der so entstandenen Äste thut dies von neuem. So erhält man zuletzt das Aussehen eines weitverzweigten Baumes, dessen Stamm der unpaare Nervenzug vorstellt. Dabei nehmen die einzelnen Nervenzüge, je näher sie der Epidermis kommen, mehr und mehr an Stärke ab, können auch miteinander in Verbindung treten, um zuletzt als Bündel, welche von wenigen Nervenfibrillen gebildet werden, zum Körperepithel zu treten.

Die beiden ventralen Nervenäste verzweigen sich in ganz derselben Weise. Auch sie ziehen nach mannigfachen Verästelungen in der Bindesubstanz zur Haut bis auf einen Ast — in Fig. 2 mit *N. musc.*^{1} und *N. musc.*^{2} gekennzeichnet — welcher zu den beiden Muskelmassen zieht, die zwischen je zwei Armgliedern ausgespannt sind. Diese beiden Äste strahlen pinselförmig in einzelne Nervenfibrillenbündel aus, um in die Muskulatur einzutreten, von welcher jederseits ein Teil dargestellt ist.

Auch bei unserer Art sah ich die unpaaren Verbindungsnerven zwischen dem dorsalen Nervenstamm in den Armen und den paarigen ventralen Längsnerven, von welchen je einer seitlich von dem Wassergefäß verläuft. Diese Verbindungsnerven verlaufen ungeteilt in beinahe gerader Richtung zum ventralen Längsnerven ziehend. Ihre Zusammensetzung ist die der übrigen Nervenzüge: parallele unverzweigte Fibrillen, denen Ganglienzellen die wie multipolare teils peripher auflagern, oder mehr zentral liegen.

Die Pinnulaenerven, welche vom dorsalen Nervenstamm austreten, näher zu beschreiben, ist unnötig, da ihr Verhalten mit dem von Ant. rosac. geschilderten übereinstimmt.

7. Der epitheliale Nervenplexus.

a) Die Ambulacralnerven der Tentakelrinnen. (Antedon rosacea.)

Dies ist die von LUDWIG allein als nervös angesehene Fasermasse, welche nach seiner Darstellung wie der aller Nachfolger subepithelial gelagert sein soll. Nach seiner Darstellung bildet dieser sog. subepitheliale Plexus einen pentagonalen Schlundring, welcher unterhalb des Schlundepithels liegt und aus Nervenzügen, welche von ihm aus in den Ambulacralfurchen verlaufen. Demnach entspräche dieser Nervenplexus dem epithelialen Nervenring mit den Ambulacralnerven eines Seesternes, und weiter eines Seeigels und einer Holothurie.

Auf einem Querschnitt durch einen Arm treffen wir den Ambulacralnervenzug der Quere nach durchschnitten. In Fig. 10 auf Taf. XX ist das Epithel der Ambulacralrinne mit *ep* bezeichnet, die Nervenmasse mit *nf*. Unterhalb derselben liegt der Schizocoelraum und weiter das Wassergefäß.

Die Nervenfasern verlaufen nun keineswegs — wie alle Autoren annehmen — subepithelial, sondern epithelial[1]). Zwischen Fortsätzen eines Teiles der Epithelzellen, und zwar rechtwinklig zu denselben, ziehen die Nervenfibrillen ganz in der Weise, wie ich es bei Seesternen geschildert habe.

Hat man es hier überhaupt mit Nervenfibrillen zu thun? Halb und halb ist dies von JICKELI[2]) in Frage gestellt worden, zumal bis zu diesem Autor eine histologische Untersuchung, wie er selbst sagt, noch unterblieben war.

Was mich nun in der Ansicht, daß diese Fasern Nervenfibrillen sind, bestärkt, ist vor allem ihr Aussehen und ihr Verhalten gegenüber Reagentien. Sie unterscheiden sich in nichts von den feinen, kaum meßbaren Fibrillen des dorsalen wie ventralen mesodermalen Nervensystems, während sie von den Bindegewebselementen durch ihr stärkeres Lichtbrechungsvermögen sofort zu unterscheiden sind. Dann nehmen sie mit Farbstoffen behandelt die gleiche Färbung an wie die übrigen sich im Körper findenden Nervenfibrillen. Ihr Bau ist ganz der gleiche, sie erscheinen auf dem Querschnitt punktförmig wie die letzteren.

---

1) HAMANN, Vorl. Mitteilungen z. Morpholog. d. Crinoiden, in: Nachr. d. K. Ges. d. Wissensch., No. 5, 1888.

2) JICKELI a. o. O.

Zwischen ihnen trifft man multipolare und bipolare Zellen, deren Zellsubstanz oft kaum wahrnehmbar ist.

Weiter ist ihr Verhalten, ihre Verzweigung auf den Tentakeln und ihre Endigung in den Sinnespapillen dazu angethan, den letzten Zweifel an ihrer nervösen Natur zu benehmen.

Untersuchen wir nun das Epithel nebst dieser Fibrillenmasse etwas näher und sehen wir zu, wie sich die Angaben der früheren Forscher mit den meinigen vereinigen lassen.

Ludwig [1]) beschreibt, wie die Fibrillen dieser Nervenschicht in der Längsrichtung des Armes und der Pinnulae verlaufen und wie zwischen ihnen „winzige Zellen" oder „vielleicht auch nur die Kerne von Zellen" liegen. Er läßt weiter diese Nervenmasse von zahlreichen, ungleich dicken, feinen Strängen durchsetzt sein, welche in vertikaler Richtung ihn durchsetzen. So bekommt man Bilder, auf denen es aussieht, als ob die Nervenmasse in Bündel geteilt wäre. Diese Stränge sollen nach Ludwig sich oberhalb der Nervenmasse so zur Bildung einer dünnen Lamelle vereinigen, daß ein vollständiger Abschluß vom Epithel dadurch entsteht. Bei Ant. rosac. hingegen fand er diese Lamelle nicht und meint, daß vielmehr die Stränge direkt an das Epithel herantreten und sich in Verbindung zu setzen schienen mit einer oder mehreren der lang ausgezogenen Zellen des Letzteren. „Bei Antedon rosac. ist mir die Existenz jener Lamelle überhaupt zweifelhaft geblieben. Bei diesem Stande meiner eigenen Beobachtungen — so fährt der Autor fort — war es mir sehr erwünscht, durch P. H. Carpenter's [2]) Untersuchungen an Ant. Eschr. und Actinometra armata eine Bestätigung meiner vorläufigen Angaben von dem Bau der Nerven und insbesondere von dem Vorhandensein jener ihn vom Epithel trennenden dünnen Lamelle zu erhalten". Die gleiche Ansicht vertritt Carpenter, sowie W. B. Carpenter noch heute.

Dem gegenüber muß ich nun erklären, nachdem ich bei den genannten Arten diese Angaben aufs genaueste geprüft habe, daß die Lamelle eine optische Täuschung ist. Sie existiert nicht und mag man dann, wenn die Nervenmasse geschrumpft ist, auf Schnitten Bilder bekommen, die eine solche vortäuschen.

Ich habe Querschnitte in Glycerin untersucht, sowie Klopf-

1) Ludwig, Crinoiden, Morph. Stud., Bd. 1, pag. 9.

2) P. H. Carpenter, Remarks on the Anatomy of the Arms of Crinoids, in: Journ. of Anat. and Phys., V. 10, 1876, sowie Challenger-Crinoiden, P. 1.

präparate hergestellt und niemals eine solche Lamelle wahrgenommen.

Das Wimperepithel, welches die Ambulacral- oder Tentakelfurchen besetzt, besteht vielmehr aus zwei Zellarten, die schon auf Querschnitten unterschieden werden können, wenn man sie vorher sich auf Mazerationspräparaten zur Anschauung gebracht hat! Ohne solche Präparate freilich ist ein sicherer Aufschluß über diese Fragen, welche das Nervensystem betreffen, überhaupt nicht zu erwarten.

Es lassen sich Epithelsinneszellen und Stützzellen unterscheiden, wobei die ersteren die Mehrzahl bilden. Beide Zellformen tragen Wimpern, welche vermittels Fußstücke auf dem dünnen Zellleib befestigt sind. Sobald die Wimpern abgebrochen sind, erhält man Bilder, welche eine von senkrechten Porengängen durchsetzte Cuticula vortäuschen.

Die Epithelsinneszellen sind feine haarförmige Zellen. Der spindlige Zellleib, welcher einen länglich ovalen, ein Netzwerk deutlich zeigenden Kern einschließt, setzt sich nach der Oberfläche der Peripherie zu in einen bald längeren oder kürzeren feinen Fortsatz fort, auf welchem eine Cilie steht. Basalwärts setzt sich die Zelle in einen feinen Ausläufer, welcher Varikositäten zeigen kann, fort und dieser läßt sich an Mazerationspräparaten in die Nervenschicht eintretend verfolgen. Sehr oft freilich reißen die basalen Fasern ab, und es erfordert viel Geduld, um an Glycerinpräparaten sich von dem Zusammenhang der basalen Fortsätze mit der Nervenschicht zu überzeugen. Fig. 6 auf Taf. XXI zeigt nach einem solchen Präparat diese Zellen. Die basalen Fortsätze sind ziemlich gut erhalten geblieben.

Außer diesen Zellen sind es die das Epithel mit zusammensetzenden Zellen, welche sich durch ihren hyalinen, stark lichtbrechenden Fortsatz auszeichnen, die Stützzellen, wie ich sie analog den im Epithel eines Seesternes, Seeigels u. s. w. vorkommenden gleichen Gebilde zu nennen vorschlage. Sie besitzen jene starken Fortsätze, welche nach anderen bindegewebiger Natur sein und nicht mit Epithelzellen in Zusammenhang stehen sollten. Ihr Zellkern ist ebenfalls länglich oval und scheint sich weniger stark zu tingieren als der der Sinneszellen.

Beide Zellformen setzen auch bei Actinometra das Epithel zusammen; daran kann bei sorgfältiger Untersuchung kein Zweifel sein.

In den Ambulacralfurchen der Pinnulae wiederholt sich der-

selbe Bau, so daß es nicht nötig erscheint, auf denselben näher einzugehen.

Nach der Spitze der Arme wie der Pinnulae zu verschmälert sich das Epithel mit samt den Nerven.

Eine Bestätigung der epithelialen Lagerung der Ambulacralnerven liefert soeben SEMON[1]) in seiner Entwicklungsgeschichte der Synapta, so daß ein Zweifel an derselben nicht mehr zulässig sein kann.

b) Der Verlauf der Ambulacralnerven in der Scheibe.

Die Ambulacral- oder Tentakelrinnen der Arme setzen sich auf die Scheibe fort, um in der Fünfzahl nach dem Mundrande zu laufen und hier zu einer die Mundöffnung umkreisenden Rinne zu verschmelzen. Das Epithel, welches somit die Mundöffnung umgiebt, ist eine direkte Fortsetzung des hohen Wimperepithels der Ambulacralrinnen der Arme und besteht wie dieses aus denselben Elementen. Fig. 2 auf Taf. XIX zeigt die eine Hälfte eines Längsschnittes durch die Mundöffnung. Ein Tentakel, welcher über dieselbe hervorragt, ist mit *T* bezeichnet. Aus dieser Figur geht hervor, daß sich das Epithel, welches die Mundöffnung umkreist, einmal auf den Tentakel fortsetzt, weiter aber auch direkt übergeht in das Epithel der Schlundwandung.

Was wird nun aus den fünf epithelialen Ambulacralnerven? Nach LUDWIG[2]) bilden sie einen Schlundring oder Nervenring rings um die Mundöffnung. JICKELI hat dem bereits widersprochen und ich kann ihm nur beipflichten. Es kommt nicht zur Bildung eines echten Nervenringes wie etwa bei den Asteriden, sondern die Nervenfasermasse verläuft in der Weise an der Mundöffnung angekommen, daß sie ihre Richtung beibehält — also nicht einen kreisförmigen Verlauf nimmt — sondern in der bisherigen Richtung in die Darmwandung eintritt — immer epithelial gelagert — und jetzt parallel mit der Längsachse des Darmes weiterverläuft. Dabei nimmt aber die Nervenschicht zusehends an Höhe ab, um nur als sehr gering entwickelte Faserschicht sich im weiteren Verlauf des Darmes zu zeigen.

1) SEMON, Entwicklung der Synapta, in: Jen. Ztschr., Bd. 22, 1888.

2) LUDWIG, Crinoiden, pag. 46, sowie Zur Anatomie des Rhizocrinus lofotensis M. SARS, in: Morph. Stud. an Echinod., Bd. 1, pag. 101.

Somit wäre ein Nervenring nicht vorhanden und darnach die Ansichten von LUDWIG, CARPENTER u. a. zu korrigieren.

Eine eigene Ansicht haben VOGT und YUNG aufgestellt, ohne freilich eine Begründung gegeben zu haben. Sie glauben nämlich unter anderem, daß die Nervenzüge, welche im Peristom auftreten, sämtlich vom dorsalen Nervensystem herstammen! und zählen auch die von mir wie anderen Forschern als Ambulacralnerven beschriebenen Gebilde zu den Verzweigungen des genannten Nervensystems. Das sind aber Ansichten, welche durch den ersten besten Schnitt sofort als irrige zu erkennen sind.

Das Epithel, welches die Mundöffnung umgiebt, schildere ich weiter unten im Kapitel über den Darmtraktus.

8. Die Nervenendigungen in der Haut.

a) Die Sinnespapillen auf den Tentakeln.

Auf der Oberfläche der Tentakeln stehen Papillen, welche bei verschiedenen Gattungen (Pentacrinus, JOH. MÜLLER, Antedon, THOMSON u. a.) beobachtet worden sind. Es sind in Längsreihen angeordnete Gebilde, welchen eine Contractilität nach den verschiedenen Beobachtern zukommt.

Nach W. THOMSON [1], GÖTTE [2] und LUDWIG [3] sind dieselben hohl. Nach THOMSON stehen sie in Zusammenhang mit dem Tentakelhohlraum. PERRIER [4] trat dieser Angabe entgegen; er fand an Stelle des Hohlraums einen glänzenden Faden in der Achse der Papille, welcher bis zur Muskelschicht der Tentakelwand sich verfolgen ließ. Die Deutung dieser Organe ist eine sehr verschiedene gewesen. LUDWIG glaubt in ihnen drüsenähnliche Gebilde zu erkennen, während die übrigen Forscher, PERRIER, GÖTTE und MÖBIUS [5]), denen sich JICKELI [6] und VOGT [7] und YUNG angeschlossen haben, sie als Sinnesorgane betrachteten.

1) W. THOMSON, On the embryogeny of Antedon rosacea, in: Phil. Trans. Bd. 155, 1865.

2) GÖTTE, Vergl. Entwickelungsgeschichte der Comatula mediterranea, in: Arch. f. mikr. Anat. Bd. 12, 1876.

3) LUDWIG, Crinoiden, in: Morpholog. Stud. an Echinod. Bd 1, 1877.

4) PERRIER, Recherches sur l'anatomie et la régénération des bras de la Comatula rosacea, in: Arch. d. zool. expér. Bd. 2, 1873.

5) MÖBIUS, in: Jahresbericht der Kommission zur wissenschaftl. Untersuchung der deutschen Meere. 4. Echinodermen.

6) JICKELI, Vorläufige Mitteilungen über den Bau der Echinodermen, in: Zool. Anz., Jahrg. 7, 1884.

7) VOGT und YUNG, Lehrb. d. prakt. vergl. Anatomie. 1886.

Jickeli ist es gewesen, welcher die erste genaue Untersuchung dieser Organe in einer leider nur vorläufigen Mitteilung gegeben hat. Seine Angaben erstrecken sich auf die Beobachtung hauptsächlich des lebenden Tieres.

In Fig. 14 und Fig. 15 auf Taf. XXI gebe ich zwei Figuren dieser Papillen, welche Schnittpräparaten durch die Arme entnommen sind. Jede Papille zerfällt in einen basalen Teil und einen freien, weit über die Peripherie des Tentakels hervorragenden Abschnitt. Wie Jickeli bereits gezeigt hat, setzt sich das Organ aus langen Zellen zusammen, deren Kerne in dem basalen Teil liegen. Eine Anzahl von stark haarförmigen Zellen sind mit einander verklebt und stehen mit ihren Basen, welche die Kerne tragen, in der Epithelschicht. Am freien Ende dieser Zellen sitzen starre Borsten in der Vier- oder Mehrzahl auf, welche unbeweglich sind. Nach Jickeli steht zwischen diesen Borsten in der Mitte eine langsam schwingende Geissel. Diese soll sich zwischen den Zellen in Gestalt einer glänzenden Faser fortsetzen, welche nichts anderes als das Perrier'sche Filament ist.

Es fragt sich nun, ob Nervenfibrillen zu diesen Organen hinzutreten. Es ist unendlich schwer, sich darüber Gewißheit zu verschaffen. Auf feinen Querschnitten habe ich mich aber überzeugt, daß an der Basis der Zellen eine feinkörnige Masse vorhanden ist, welche die quer durchschnittenen Nervenfibrillen vorstellen möchte, zumal an Längsschnitten dieselbe ebenfalls beobachtet werden konnte. Wenn man bedenkt, daß diese Nerven nur auf Schnitten untersucht werden können, welche einer langwierigen Entkalkung vorher ausgesetzt waren, so wird man mit solchen Resultaten sich zufrieden stellen müssen.

Isolierte Zellen dieser Papillen sind in Fig. 19, Taf. XXIII wieder gegeben. Die Zellsubstanz nimmt keinen Farbstoff auf, nur der Kern tritt tief gefärbt hervor. Stellenweis, so um den Zellkern, ließ sich eine feine Granulierung erkennen. Die Zellen, welche ich isolierte, enden meist abgestumpft und breit. Oft hat er das Aussehen, als ob sich die Basis in feine Fibrillen fortsetze.

b) Die Nervenendigungen in der Haut der Arme.

Verfolgt man die einzelnen Nervenzüge, welche vom dorsalen Nervensystem abstammen, in ihrem Verlauf innerhalb der zumeist verkalkten Bindesubstanz, so sieht man, wie sie durch immer neue Verzweigungen an Umfang abnehmend bis zum Epithel herantreten,

In Fig. 10 auf Taf. XXI ist ein Schnitt durch die Körperhaut, das Epithel und die entkalkte Cutis abgebildet. Die Epithelzellen haben eine cylindrische Gestalt, an anderen Stellen sind sie jedoch abgeplattet. An einzelnen Stellen der Epidermis sieht man sie dichter stehen, und sind die Kerne zahlreicher vorhanden. In diesen treten Nervenzüge heran, welche aus einem Bündel Nervenfibrillen, nur 0,01 mm und darunter stark, bestehen. Die Zellen verschmälern sich nach ihrer Basis zu und setzen sich in feinste Fasern fort, welche mit den Nervenfibrillen in Zusammenhang stehen. Da die Gewebe längeres Entkalken in $^1/_2$ $^0/_0$ Chromsäure (bei Ant. Eschrichti mehrere Wochen) durchgemacht haben, so sind die Einzelheiten nicht so deutlich wahrzunehmen, als dies sonst wohl der Fall sein würde. Besonders sind die Zellgrenzen der Epithelzellen sehr verwischt. Die hellen Lücken in Fig. 10 sind von den Kalkgebilden erfüllt, welche oft durch Spitzen *K* über die Epidermis hervorragen. Die Höhe der letzteren beträgt bei Ant. Eschr. 0,02 mm. Bei Anted. rosacea sind diese Gruppen von Sinnenzellen, zu denen ein Nervenbündel herantritt, ebenfalls vorhanden, wenn auch nicht so klar zu beobachten. Sie finden sich wie bei der vorigen Art sowohl auf der Rückenfläche als auch auf den Seiten der Arme und Pinnulae vor. Fig. 9 auf Taf. XX giebt ein Bild dieser Endigungen bei Ant. rosac. wieder. Man sieht die Nervenbündel in der entkalkten Bindesubstanz verlaufen; einer derselben tritt zu dem Epithel in der beschriebenen Weise heran.

9. Das Nervensystem von Antedon carinata.

Es ist sehr merkwürdig, daß der Bau der Nervenstämme selbst bei den einzelnen Arten der Gattung Antedon sehr verschieden ist. Es ist das Querschnittsbild durch den dorsalen Armnerv oder durch einen Cirrhusnerv bei jeder Art verschieden.

Während bei A. rosac. kaum von einer bindegewebigen Hülle um die Nervenstämme gesprochen werden kann, besitzen bei dieser Art dieselben ein sehr mächtiges Neurilemm, wenn man diese Namen anwenden will. Am stärksten tritt dasselbe an den Cirrhennerven, am schwächsten im Umkreis des Zentralorganes auf.

Die Cirrhennervenzüge. In der Weise, wie ich bereits oben beschrieben habe, nehmen die Cirrhusnerven ihren Ursprung vom Zentralorgan, indem sie in ihrer Achse einen Kanal — eine Fortsetzung des Hohlraums des gekammerten Organes, also der

Leibeshöhle — besitzen. Fig. 11 auf Taf. XXI giebt einen querdurchschnittenen Cirrhusnerven wieder. Der größte Teil der ovalen Figur wird vom Neurilemm eingenommen, und nur der kleinere von der zentral gelagerten Nervenschicht, von welcher an den vier Ecken Nervenzüge austreten. Daß nur dieser Teil als nervös zu betrachten ist, der ganze übrige jedoch bindegewebiger Natur ist, läßt sich aus verschiedenen Gründen mit Sicherheit behaupten, da die austretenden Nerven nur immer von dem zentralen Teile abgehen. Betrachtet man solche Querschnitte bei auffallendem Lichte mit Abbes Beleuchtungsapparat, so erscheint nur der zentrale Teil grauweißlich, eine Farbe, welche die Nervenfibrillenmasse auszeichnet; und die Umhüllung, das Neurilemm, unterscheidet sich in nichts weiter von der übrigen Bindesubstanz, als daß dasselbe unverkalkt geblieben ist.

Am Neurilemm kann man zwei deutlich unterscheidbare Bildungen erkennen. Der größte Teil wird von Fasern und Zellen gebildet, welche sehr dicht nebeneinander in der Grundsubstanz lagern. Dieser fasrige Teil wird von der Nervenfibrillenmasse getrennt durch ein das Aussehen einer Membran bietendes Blatt, welches die Nervenfibrillen umhüllt, und — auf dem Querschnitt betrachtet — wie ein Netzwerk in den fasrigen Teil sich hineinerstreckt. Auf diese Weise entsteht ein Maschenwerk, welches in Fig. 11 deutlich zu erkennen ist. Von der verkalkten Bindesubstanz ist das Neurilemm bald deutlich, bald weniger deutlich abgesetzt und geht dann direkt in dieselbe über.

In dieser starken Entwickelung treffen wir dasselbe in den Armnerven nicht wieder an. Hier bildet es nur eine dünnere Umhüllung, wie die beiden Querschnitte in Fig. 12 und 13 auf Taf. XXI zeigen. Während aber bei den Cirrhennerven das Neurilemm sich nicht in die Nervenfibrillen hinein erstreckte, sehen wir dasselbe beim Armnerven in Gestalt freier Blätter dieselben quer durchziehen von der Ventral- nach der Dorsalseite. Die austretenden Nervenzüge werden nur ein kurzes Stück vom Neurilemm begleitet, um dann ohne Hülle in der verkalkten Bindesubstanz sich zu verzweigen. Der fasrige Teil des Neurilemms zeigt dieselbe Maschenbildung, wie ich sie bei den Cirrhusnerven beschrieben habe.

Irgendwelche besondere Ganglien — wie ich bei Ant. Eschrichti schilderte — habe ich nicht angetroffen. Die Ganglienzellen, biwie multipolare, liegen regellos zwischen den parallel verlaufenden, untereinander unverzweigt bleibenden Nervenfibrillen. Was den

Austritt der Nerven aus dem Armnerven anlangt, so geschieht derselbe wie bei den übrigen Arten, zwischen der Muskulatur je zweier Armglieder treten ventral je zwei Paare aus, denen dorsal die gleiche Zahl regelmäßig zu entsprechen scheint. Insofern zeigen auch die Nervenstämme dieser Art eine Gliederung. Leider ist das Material nicht in der Weise erhalten, daß ich auf Einzelheiten einzugehen mir erlauben dürfte und überlasse dies einem glücklicheren Nachfolger, welcher bei dieser wie allen anderen Arten vieles Neue aufzufinden vermögen wird.

10. Pentacrinus decorus.

Ist die Anordnung des Nervensystems bei dieser Gattung nicht abweichend von der der übrigen, so ist ein Eingehen auf Einzelheiten wegen der Seltenheit dieser Form geboten.

Trotzdem die Arme eines Pentacrinus mindestens vierzehn Tage in Chromsäure verweilen müssen, bis sie vollständig entkalkt sind, zeigen sich die Nervenfibrillen und die Ganglienzellen so schön erhalten, wie sie besser nicht bei Anted. rosac. zu beobachten sind. Es kommen Ganglienzellen vor, welche durch ihre Größe schon bei schwachen Objektiven hervortreten.

Man untersuche auf Querschnitten durch den Arm den großen zu den Pinnulae ziehenden Nervenast. Dieser besitzt eine Stärke von etwa 0,04 mm und setzt sich aus feinsten Nervenfibrillen zusammen, zwischen denen kleinere, 0,005 mm messende bi- wie multipolare Ganglienzellen liegen. Diese bieten nichts besonderes. Außer dieser Form von Zellen fallen aber sofort ungemein große Zellen auf, welche entweder peripher dem Nervenast hier und da aufliegen oder zu einem Ganglion vereinigt liegen.

Sobald der Nervenzug zwischen die dorsalen Muskeln, welche aus Spindelzellen bestehen, wie ich von Anted. rosac. geschildert habe, zu liegen kommt, treten nach allen Seiten Fibrillen aus; an diesen Stellen liegen die großen Ganglienzellen. Weiter können wir aber das Eintreten der Nervenfibrillen zwischen die Muskelfasern verfolgen, zwischen denen ebenfalls die großen Ganglienzellen liegen, deren Fortsätze nach den verschiedenen Seiten sich verzweigen und offenbar an die Muskelfasern herantreten. Fig. 12, Taf. XXIII giebt dieses Verhalten wieder.

Unterhalb wie oberhalb der Muskulatur treten von unserem Nervenast neue Nervenfibrillenzüge aus, und hier liegt an der Ursprungsstelle das Ganglion, welches ich schon erwähnte. Dicht

nebeneinander liegen die großen Ganglienzellen, welche sich durch ihren kreisrunden, 0,004 mm messenden Kern, der ab und zu ein Kernkörperchen erkennen läßt, auszeichnen. Von diesen Nervenzügen treten Fibrillen ebenfalls zur Muskulatur, während ein anderer Teil zum Epithel zieht.

Die Größe dieser Ganglienzellen beträgt zwischen 0,01 und 0,005 mm. Ihr Zellleib erscheint feinkörnig granuliert und färbt sich mit neutraler Karminlösung ziemlich dunkel. Die Fortsätze der Zellen sind stärker als die gewöhnlichen Nervenfibrillen, lassen sich also in ihrem Anfangsteil vor ihren Verzweigungen leicht auf größere Streckcn verfolgen.

Entweder setzt sich die Zelle nur in zwei Fortsätze fort oder sie besitzt deren mehrere bis vier, selten darüber. Unipolare Zellen fand ich nicht.

Spindlige bipolare Ganglienzellen sind in Fig. 11, Taf. XXIII abgebildet; daneben liegen solche mit drei bis fünf Ausläufern. Fig. 12 zeigt einen Teil des Nervenastes mit dem Belage dieser großen Zellen.

Kapitel 2.

Das Wassergefäfssystem.

1. Die Körperwand des Kelches.

Die Körperwand des Kelches ist bei Anted. rosac. sowohl auf der Oberfläche desselben (Mundscheibe) als an den Seitenflächen zwischen den Armen in ihrem Bau übereinstimmend. Nur da, wo die Tentakelfurchen verlaufen, ist derselbe ein anderer, da ja hier Wassergefäße und andere Organe liegen. Beim ausgewachsenen geschlechtsreifen Tier beträgt die Stärke der Wandung nur höchstens 0,1 mm. Die Schichten, welche dieselbe zusammensetzen, sind das allgemeine einschichtige Körperepithel, die Cutis, die Bindesubstanzschicht, auf welche das die Leibeshöhle auskleidende Epithel folgt.

Das Körperepithel hat keine Cuticula ausgeschieden, wie dies bei anderen Echinodermen der Fall ist, und grenzt sich gegen die Bindesubstanzschicht kaum ab. Die einzelnen Zellen sind ihrer Kleinheit wegen oft nicht voneinander zu unterscheiden. Zellgrenzen finden sich nicht, nur die Zellkerne, welche dicht zusammen in einer unregelmäßigen Reihe liegen, lassen das Vor-

handensein eines Epithels erkennen. Bei Actinometra pulchella gelingt es leichter, sich über die Gestalt dieses Epithels zu überzeugen. Die Zellen, deren Grenzen zwar auch selten hervortreten, sind annähernd kubisch und zeichnen sich durch ihre kugligen, sich dunkel färbenden Kerne aus (Fig. 12, Taf. XXII). Die Bindesubstanzschicht trifft bei Ant. rosac. und carinata, Actinom. pulch. — es scheint bei allen Crinoiden — in der Wandung in zwei Lagen auf. Die oberflächliche besteht aus einem lockeren Gefüge nach den verschiedensten Richtungen verlaufenden Fasern, während eine tiefere Lage, welche an das Coelomepithel angrenzt, eine knorplige Konsistenz zeigt (Fig. 12 *Kn*). In der Bindesubstanzschicht treffen wir Nervenzüge an, welche parallel zur Oberfläche ziehen und von denen Nervenbündel zum Epithel treten. Sie wird weiter von den Wasserporen durchsetzt, welche in die Leibeshöhle münden (vergl. Kapitel Wassergefäßsystem).

Eine eigenartige Bildung sind die Tentakelfurchen oder Ambulacralrinnen, welche auf der Ventralseite der Arme gelegen auf die Mundscheibe sich fortsetzen, um in der Fünfzahl nach der Mundöffnung zu ziehen und sich im Umkreis derselben in Gestalt einer Ringfurche zu vereinigen. Begrenzt werden diese Furchen durch die Tentakel, welche jederseits in einer Reihe stehen.

In diesen Ambulacralrinnen ist das Epithel stark verdickt. Seine Elemente, Epithelsinnes- und Epithelstützzellen, sowie die Nervenfibrillen sind bereits früher geschildert worden. Unterhalb dieses Epithels trifft man bei vielen Arten einen Schizocoelraum und ein Wassergefäß. Letzteres geht mit den übrigen Ambulacralgefäßen über in den die Mundöffnung umkreisenden Ringkanal (s. weiter unten Wassergefäßsystem).

Da die Leibeshöhle von Bindegewebszügen nach allen Richtungen durchzogen wird, so ist die Leibeshöhle zwischen der Wandung des Darmtraktus und der Körperwand oft kaum mehr als solche kenntlich und an einzelnen Stellen kann man die Grenze zwischen Körperwand und Bindegewebszügen kaum mehr erkennen, da diese mit der ersteren verschmolzen sind. Immer ist aber festzuhalten, daß alle die Hohlräume, in welche die Leibeshöhle zerfällt wird, vom Enterocoelepithel ausgekleidet werden.

Daß den Crinoiden wie den übrigen Echinodermen-Gruppen ein Wassergefäßsystem zukommt und daß sich dieselben einzelnen

Teile, wenn auch modifiziert, wiederfinden, hat LUDWIG [1]) festgestellt. Wenn auch von P. H. CARPENTER [2]) Einwürfe gegen diese Anschauungen geltend gemacht wurden, so hat derselbe [3]) jetzt sich zur gleichen Ansicht bekannt.

In neuester Zeit sind unsere Kenntnisse über dieses Organsystem leider mehr verwirrt als weitergeführt worden, so daß ich ausführlicher dasselbe schildern will, wobei ich Untersuchungen über die Gattungen Antedon, Actinometra und Pentacrinus verwerten kann.

Das Wassergefäßsystem besteht aus einem Ringkanal, welcher um die Mundöffnung gelagert ist und in der Tiefe der Ring-Tentakelfurche verläuft, sowie von diesen sich abzweigenden, in den Tentakelfurchen des Kelches und der Arme verlaufenden 10 (Antedon rosac.) Gefäßen. Dem Ringkanal hängen eine Reihe von Schläuchen oder Röhren an, welche als Steinkanäle bezeichnet werden können, während die Stelle der Madreporenplatte durch die Porenkanäle oder Kelchporen vertreten wird. In welcher Weise das Wassergefäßsystem mit Wasser von außen versorgt wird, darauf komme ich am Schlusse zu sprechen.

1. Topographie der Ambulacralgefässe.

Um sich über die Lage der in den Armen verlaufenden Wassergefäße zu orientieren, nimmt man am besten Querschnitte durch dieselben zur Hilfe. Fig. 2, Taf. XXII zeigt einen solchen durch den Arm von Ant. rosac. In der Ambulacralfurche tritt uns das hohe, aus langen fadenförmigen Zellen bestehende Epithel entgegen, zwischen dessen basalen Fortsätzen die Nervenfibrillen epithelial verlaufen. Die rechts und links von dieser Ambulacral- oder Tentakelfurche stehenden Tentakel sind auf dem Schnitt getroffen. Unterhalb dieses Epithels mit seiner Nervenfibrillenschicht liegt eine dünne Bindegewebsschicht, in welcher sich ein querdurchschnittener Hohlraum erkennen läßt. Unterhalb desselben liegt das durchquerte Wassergefäß, von welchem alternierend rechts oder links je ein Gefäß zu den Tentakeln zieht. Das Wassergefäß liegt oft so dicht an dem erwähnten Hohlraum, einem Schizocöl-

1) LUDWIG, Zur Anatomie der Crinoiden, in: Zeitschr. f. wiss Zool., Bd. 26, 1876, und in: Morphol. Stud. an Echinod. 1. Crinoiden, 1877.

2) P. H. CARPENTER, Remarks on the Anatomy of the arms of the Crinoids, in: Journ. of Anat. and Physiol., V. 10, 1876.

3) Challenger-Crinoiden, P. 1.

gebilde, wie ich an dieser Stelle gleich hervorheben will, daß in der Wandung, welche beide trennen, die Bindegewebsschicht, welche das Wassergefäß begrenzt, den Charakter einer Membran von fester Konsistenz zeigt.

In Fig. 10, Taf. XX sind diese Verhältnisse noch deutlicher zu erkennen.

Verfolgt man die Ambulacralfurchen auf dem Kelch, so treten dieselben Verhältnisse uns entgegen, das Wassergefäßlumen unterhalb der Schizocoellücke, und rechts und links die zu den Tentakellumen ziehenden Seitenäste.

Eine gänzlich abweichende Darstellung geben Vogt und Yung[1]), soweit ich ihre Darstellungen verstehe. Zunächst bestreiten sie nachdrücklich das Vorkommen des von mir als Schizocoelhohlraum bezeichnenden längsverlaufenden Gebildes. Weiter geben sie vom Epithel und der Nervenschicht folgende merkwürdige Daten: Die von mir[2]) und anderen[3]) als Nervenfibrillen beschriebenen Längsfibrillen, sollen „ein beinahe homogenes (!) und mit außerordentlich feinen Granulationen durchsätes Bindegewebe" sein. Die eigentlichen Nervenfasern sind dann die basalen Fortsätze der Epithelzellen, welche als „Wurzelfasern" beschrieben werden. Diese Angaben stossen sowohl die Ludwig'schen Resultate um als die aller übrigen Nachfolger. Wie schlecht aber das von diesen Forschern untersuchte Material sein muß, zeigen die Abbildungen Fig. 272 u. 273. Auf letzterer Figur werden Hohlräume als „Höhlungen des Wassergefäßsystemes beschrieben, welche nie und nimmer im Zusammenhang mit dem Tentakellumen stehen — während das Wassergefäß selbst überhaupt nicht abgebildet ist.

2. Der feinere Bau.

Gehen wir nun über zum feineren Bau des Wassergefäßes. Dasselbe wird, wie Ludwig schon angiebt, von einem niedrigen Epithel ausgekleidet. Ich finde diese Zellen kubisch. Jede

---

1) Lehrbuch der praktischen vergleichenden Anatomie. Liefer. 9, 1886.

2) Hamann, Vorläufige Mitteilungen zur Morphologie der Crinoiden, in: Nachricht. d. königl. Gesellsch. d. Wiss. Göttingen, No. 5, 1888, p. 127.

3) Semon, Synapta digitata und die Stammesgeschichte der Echinodermen 1888, hebt mit Nachdruck hervor, daſs diese Nervenschicht homolog ist den Ambulacralnerven der übrigen Echinodermen.

Zelle der der Nervenschicht zugewendeten Wandung hat an ihrer Basis eine Muskelfaser ausgeschieden und ist somit eine Epithelmuskelzelle. Die Fasern laufen parallel zur Axe der Wassergefäße. Epithelmuskelzellen habe ich bei allen untersuchten Formen gefunden. (Anted. rosac. u. carinata; Actinom. parvicirra u. paucicirra, Pentacrinus decorus.) Die Höhe der Zellen beträgt ungefähr 0,003 mm, in den Tentakeln 0,004 mm (Ant. rosac.). Wimpern fehlen diesen Zellen nach den übereinstimmenden Angaben von Perrier, Carpenter, Thomson und Ludwig. Eine äußerst feine Membran umhüllt die Gefäße (Fig. 12, Taf. XVIII).

3. Der Ringkanal und die Steinkanäle.

Der Ringkanal ist von Ludwig genau geschildert und abgebildet worden, so daß ich Nichts neues hinzufügen kann. Er ist in dorso-ventraler Richtung abgeplattet und steht in Kommunikation durch Kanäle mit den die Mundöffnung umkreisenden Tentakeln. Sein Lumen wird von den gleichen Muskelfasern durchzogen, wie solche in den Ringkanälen auftreten (vergl. Kap. Muskulatur). Längsmuskelfasern, welche mit den Epithelzellen in Verbindung stehen, lassen sich leicht nachweisen. Auf Horizontalschnitten durch die Scheibe treten diese Epithelmuskelzellen vorzüglich hervor.

Horizontalschnitte durch die Mundscheibe lassen die eigenartigen Steinkanäle erkennen, wie sie als gewundene Schläuche dem Wassergefäßring anhängen (Fig. 7, Taf. XX).

Diese Schläuche, welche bei Ant. rosac. 0,02 mm dick sind, besitzen einen kreisrunden Querschnitt und bauen sich aus drei Schichten auf, nämlich einem den Innenraum auskleidenden Wimperepithel, einer dünnen Bindegewebsschicht und einem Außenepithel, welches an der Mündung in das Wimperepithel übergeht. Die innere Zellschicht besteht aus Zellen, deren Kerne länglich oval geformt sind. Zellsubstanz ist nur wenig vorhanden, so daß es den Anschein hat, als ob nur eine dicht nebeneinanderliegende Schicht bildende Kerne vorhanden seien (vergl. Fig. 8, Taf. XIX).

Die Länge dieser Schläuche, welche in Hohlräume der Leibeshöhle münden, welche ja durch Bänder und Septen entstanden sind, die das ursprünglich einheitliche Coelom durchziehen, beträgt bei Ant. rosac. 0,2 mm. An ihren freien Enden sind diese Schläuche fast immer gebogen; ihre Mündung ist trichterförmig gestaltet und keineswegs sehr eng, wie Vogt und Yung sagen. Der Rand der

Mündung ist nach außen in der Weise zurückgeschlagen, wie es Fig. 8, Taf. XIX zeigt. Die gleichen Mündungen besitzt A. rosac. und A. carinata. Die Wimpern sind immer sehr schön erhalten [1]). Die dünne Bindesubstanzschicht in der Wandung hat keinerlei Kalkgebilde entwickelt. Im Übrigen stimmt jedoch der Bau dieser Kanäle überein mit denen der Holothurien, Asteriden, Echiniden und Ophiuren, da ihnen, wie ich zeigte, dieselben drei Schichten in der Wandung zukommen, während LUDWIG nur die Bindesubstanzlage nicht beschreibt.

Wohin münden diese Steinkanäle? Nach LUDWIG öffnen sie sie sich in die Leibeshöhle.

Bei allen Arten, die ich untersuchte, kann ich nur diese Angabe voll bestätigen. Man sieht auf Horizontal- wie Vertikalschnitten, daß sämtliche Steinkanäle in die durch Septen und Bänder zerlegte Leibeshöhle hineinragen und daß ihre Mündungen frei liegen. Nach PERRIER, VOGT und YUNG sollen aber diese Kanäle in die Blutlakunen münden. Sie sagen: „Bei sorgfältiger Untersuchung findet man aber auch Hydrophorkanäle, welche sich offenbar in die verzweigten Gefäße des schwammigen Gewebes (mit diesem Namen belegen sie einen Blutlakunen-Plexus in der Umgebung der Mundöffnung) verlängern und schließlich gelangt man zu der Überzeugung, daß diese Endigung die Regel ist und immer beobachtet wird, sobald die Röhren nicht durchschnitten sind oder ihre Fortsetzung nicht durch ein allzu rasches Einschrumpfen des schwammigen Gewebes, welches unter dem Einflusse der Reagentien sehr oft eintritt, abgerissen wurde.“

Dem gegenüber erkläre ich, daß ich die Abbildung 275, welche diese Forscher geben, keineswegs für von einem solchen Material herrührend ansehen kann, welches nicht durch Reagentien gelitten hätte, wie das abgebildete Darmepithel zur Genüge beweist. Die Mündungen treten bei keiner Gattung in die Blutgefäße ein, sondern — lückenlose Serienschnitte entscheiden hier mit vollster Sicherheit — liegen überall frei in der Leibeshöhle und stellen somit eine Verbindung her zwischen der Coelomflüssigkeit und der in dem Wassergefäßsystem zirkulierenden. Da das letztere nun aber an keiner anderen Stelle weder mit der Außenwelt noch mit dem Coelom kommuniziert, wird man mit Recht diese Steinkanäle als die Zuleitungsröhren für das Wassergefäßsystem anzusehen haben,

1) Vergl. GREEFF, Über den Bau der Crinoiden, in: Marb. Sitzber. 1876.

wie ich in Anschluß an LUDWIG thue. Die Leibeshöhlenflüssigkeit, welche unmittelbar unter dem Tegument flottiert, hat Zutritt in die Gefäße, ebenso wie Wasser durch die Kelchporen oder Porenkanäle in dieselben gelangen kann.

4. Die Kelchporen oder Porenkanäle.

Wendet man für diese Gebilde den Ausdruck Porenkanäle an, so deutet man darauf hin, daß dieselben den Porenkanälen der Madreporenplatte der übrigen Echinodermen homolog sind und nur vereinzelt auf dem Kelch verteilt sind, während jene zusammenliegend eine Platte bilden.

Kelchporen finden sich auf der Oralfläche der Kelchwand sowie auf den Seitenflächen der Arme, an deren ersten Gliedern. Die Zahl dieser Poren ist von LUDWIG [1]) mit 1500 abgeschätzt worden.

Die Kanäle haben folgende, schon von den verschiedenen Forschern beschriebene Gestalt. An die kreisrunde Öffnung schließt sich ein Kanal, welcher sich alsbald ampullenförmig erweitert, um nach dieser Anschwellung als gleichmäßig weiter Kanal die Haut zu durchsetzen und in die oberflächlich gelegenen Räume der Leibeshöhle zu münden. Fig. 15 auf Taf. XXII stellt einen solchen Porenkanal in seiner peripheren Hälfte dar. Das Epithel mit seinen dicht gedrängt stehenden Zellen und den sich tief färbenden ovalen Kernen kennzeichnet sich als Wimperepithel, wie er in den Porenkanälen aller Madroporenplatten sich findet [2]). Die Zellen sind 0,01 mm hoch und tragen lange Wimpern von 0,02 mm Länge, welche das 0,06 große Lumen der ampullenförmigen Erweiterung ganz erfüllen (Ant. rosac.). — Die Wimpern schlagen im Leben nach innen [3]). Das hohe Wimperepithel, geht in dem Ende der Röhre allmählich über in ein niedriges Plattenepithel, welcher sich seinerseits fortsetzt in das Epithel, welches die Leibeshöhle auskleidet.

Auf der Oralseite des Kelches biegt der Endkanal oft in einem stumpfen Winkel um, der Verlauf des Porenkanals ist somit nicht ein rechtwinkliger zur Oberfläche der Haut und er durchsetzt diese nicht senkrecht wie die Nervenkanäle der Arme. Fig. 10,

1) Crinoiden, Morphol. Studien, Bd. 1, pag. 56.

2) Vergl. Heft 1—3 dieser Beiträge.

3) W. B. CARPENTER, On the structure physiology and developement of Antedon rosacea F. P. 1 in: Proc. R. Soc. 1876.

Taf. XXIII zeigt einen solchen schräg verlaufenden Porenkanal von Anted. rosac.

Daß nun auch bei diesen Kanälen ihre innere Mündung in die Leibeshöhle mündet, daran ist bei sorgfältiger Untersuchung von Vertikalschnitten kein Zweifel.

Nach PERRIER hingegen, welcher früher [1]) diese Kanäle als blind endend beschrieb, sollen sie jetzt — und diesen Angaben haben sich VOGT und YUNG [2]) angeschlossen — mit dem Blutgefäßsystem zusammenhängen, ja in dieses geradezu hineinmünden! Der Porenkanal durchsetzt nach diesen Forschern im einfachsten Fall das Tegument, „um sich in ein Gefäß des Mesenteriums fortzusetzen". Dieser wird sogar abgebildet.

Ich habe diese Frage außer bei Anted. rosac. bei allen mir zu Gebote stehenden Arten geprüft und habe stets — vorausgesetzt, daß die Schnittserien lückenlos, sowie daß die Schnitte fein genug waren — mich überzeugt, daß die inneren Mündungen in die oberflächlichen Hohlräume der Leibeshöhle einmünden, wie LUDWIG und P. H. CARPENTER [3]) früher gefunden haben. Die Unmöglichkeit einer entgegengesetzten Annahme wird auch noch dadurch hinfällig, daß solche Blutgefäße, welche hier in Frage kommen können und in der Nähe der Mundöffnung liegen, an anderen Stellen und zwar gerade da, wo Kelchporen in Trupps stehen, sich nicht finden. Eins ist allerdings hervorzuheben, daß nämlich die oberflächlichen Hohlräume der Leibeshöhle sich in das Tegument, in die Haut (in Fig. 10, Taf. XXIII mit *H* bezeichnet) fortsetzen können. Solche Hohlräume sind in der Figur mit C^1 C^2 gekennzeichnet. Sie sind, wie die folgenden Schnitte lehren, kanalartige Fortsetzungen der Leibeshöhle, welche mit einander in Verbindung stehen und Porenkanäle bereits aufnehmen können. Es läßt sich nicht immer entscheiden, ob der Kanal — in unserer Figur mit *K* bezeichnet, eine solche Fortsetzung der Leibeshöhle ist, in welchen der Porenkanal mündet, oder aber ob er nur eine direkte Fortsetzung des letzteren ist.

Die Porenkanäle auf den Armen sind schon von LUDWIG aufgefunden worden. Sie treten nur auf den Anfangs-

---

1) PERRIER, Recherches sur l'anatomie et régéneration des bras de Comatula mediterranea, in: Arch. de zool. expér. et génér. Bd. 2, 1873.
2) VOGT und YUNG, Lehrbuch, pag. 542.
3) P. H. CARPENTER, Challenger-Crinoiden.

gliedern auf und zwar dann auf beiden Seiten derselben. Fig. 14, Taf. XX giebt einen Teil eines Vertikalschnittes durch einen Arm wieder. Mit *C* sind die Fortsetzungen der Leibeshöhle in die Arme, mit *Gk* der Genitalkanal mit der Genitalröhre bezeichnet. Sämtliche Porenkanäle zeichnen sich durch ihre schlanke Gestalt aus, sowie durch ihren gestreckten Verlauf. Sie münden in den Genitalkanal oder die um ihn herumliegenden Hohlräume, welche mit letzterem in Kommunikation stehen. Verfolgt man nun den Arm, wie er allmählich in den Kelch übergeht, so läßt sich feststellen, daß diese Hohlräume Fortsetzungen der Leibeshöhle sind, mit deren Hohlräumen sie in offener Kommunikation stehen. Auf Schnitten, welche weiter entfernt von dem Kelch durch den Arm geführt sind, sind diese Hohlräume verschwunden und nur ein Lumen ist noch zu erkennen, der Genitalkanal. Über seine Natur, ob Schizocoelraum, ob dem Enterocoel zugehörig, spreche ich mich in dem Kapitel über die Leibeshöhle aus.

Die Mündung einzelner Porenkanäle in denselben hat Ludwig[1] zuerst bei Anted. rosac. gesehen, sowie P. H. Carpenter[2]) bei Actinom. parvicirra bestätigt. Es läßt sich dieses Vorkommen bei allen Arten feststellen (vergl. auch Fig. 4 und 5, Taf. XIX).

Kapitel 3.

Die Leibeshöhle und ihre Fortsetzungen in die Arme und Pinnulae.

Bei den Ophiuren wie bei den übrigen bisher untersuchten Echinodermen trafen wir die Leibeshöhle durchsetzend Stränge oder Bänder an, welche meist zur Befestigung der Organe, welche in ihr liegen, dienten. Diese Bänder setzten sich aus einer bindegewebigen Achse zusammen und waren von dem Enterocoelepithel überzogen, wie die gesamte Leibeshöhle und alle in ihr liegenden Organe von diesem umhüllt waren.

Bei den Crinoiden kann nun diese Durchsetzung und Durchwachsung von solchen Strängen in der Leibeshöhle einen solchen Grad erreichen, daß endlich der Hohlraum derselben verschwunden ist und nur zwischen den Strängen und Bändern ein System von miteinander kommunizierenden Kanälen vorhanden ist, wie für

1) Ludwig, Crinoiden, Morpholog. Stud., Bd. 1, pag. 60.
2) P. H. Carpenter, Challenger-Crinoiden, P. 1, pag. 96.

die verschiedenen Arten besonders P. H. CARPENTER[1]) gezeigt hat. Bei Pentacrinus decorus ist der ursprünglich einheitliche Hohlraum der Leibeshöhle vollständig verschwunden, wie die Figur auf Taf. 62 der Challenger-Crinoiden zeigt.

Bei Actinometra pulchella ist diese Durchwachsung ebenfalls sehr weit gediehen, und die Leibeshöhle durch netzförmig angeordnete Stränge und Bänder in eine unzählbare Menge von Räumen zerfallen.

LUDWIG ist zu eigentümlichen Anschauungen gekommen, indem er bestimmte begrenzte Bezirke in der Leibeshöhle unterscheidet. So soll eine „axiale Leibeshöhle" genau abgegrenzt vorhanden sein, und von ihr aus sollen fünf Fortsätze in die Arme ausgehen. Dieser zentrale Teil der Leibeshöhle bleibt frei von Septen und steht nur an ihrem dorsalen Ende in Zusammenhang mit den Maschen der übrigen Abschnitte der Leibeshöhle. In dieser unterscheidet LUDWIG zwei besondere Teile. Den visceralen Sack, welcher die Darmwindungen umgeben soll, kann ich ebensowenig wie den zweiten Abschnitt bestätigen.

Die verschiedenen so unterschiedenen Abschnitte sind nach meinen Untersuchungen an mehreren Arten von Antedon, Actinometra und Pentacrinus nicht in der Weise vorhanden, wie es LUDWIG angiebt. Ich schließe mich vollständig an VOGT und YUNG an, welche ebenfalls sich nicht von der strengen Trennung in einzelne Abschnitte haben überzeugen können.

Immer finde ich mit diesen Forschern — deren Beschreibung nur auf Antedon rosacea fußt — Netzwerke von Faserzügen, die wirr nach allen Seiten ziehen, bald an der Wandung des Darmes, bald an der des Körpers sich befestigen. Bald sind die Maschen größer, bald kleiner; es ist dies vollständig individuell.

VOGT und YUNG finden die Stränge überzogen von „einem sehr feinen Epithelium". Dasselbe besteht aus abgeplatteten Zellen, deren ovale Kerne sich deutlich abheben in dem abgeplatteten Zellleibe.

In den Bindegewebssträngen selbst trifft man auf Wanderzellen, welche in der gallertigen Grundsubstanz zwischen spindligen und sternförmigen Zellen liegen. Diejenigen Stränge, in denen in Hohlräumen — welche oft die ganze Achse einnehmen, so daß nur eine dünne periphere Wand übrig bleibt — die Blutflüssig-

---

1) P. H. CARPENTER, Challenger-Crinoiden, P. 1.

keit zirkuliert, werden von den Autoren als Blutgefäße schlechthin bezeichnet.

Außer Pigment und den „Sacculi", welche, wenn auch selten, bei Anted. rosac. in den Strängen sich finden können, treten kleine Kalkkörper auf, die schon den ältern Beobachtern bekannt waren.

Ein Querschnitt durch einen Arm (Fig. 2, Taf. XXII) zeigt uns die Fortsetzungen der Leibeshöhle in Gestalt von zunächst drei Hohlräumen, welche mit C bis C^2 bezeichnet sind. Der dem Rücken zugewendete durchquerte Kanal wurde von W. B. Carpenter Canalis coeliacus, von Ludwig Dorsalkanal genannt, die beiden ventralwärts durch eine Scheidewand getrennten hingegen Canal. subtentaculares oder Ventralkanäle geheißen. In der Scheidewand zwischen den drei Kanälen verläuft der Genitalkanal, von dem es fraglich ist, ob er ein Enterocoel- oder Schizocoelraum ist.

Untersucht man aber einen Arm an seinem Anfangsteil, so erhält man abweichende Bilder. Querschnitte, durch die ersten Brachialia geführt, zeigen den Ventralkanal ohne Scheidewand, während die Scheidewand zwischen ihm und dem Dorsalkanal stark verdickt ist und eine große Anzahl von miteinander in Verbindung stehenden Hohlräumen durchzogen wird, von denen einer die Genitalröhre birgt. Auf Schnitten, welche dem Kelche abgewendet liegen, sieht man, wie diese letztgenannten Hohlräume mehr und mehr abnehmen an Anzahl und endlich nur einer übrig bleibt, der Genitalkanal.

Der Dorsalkanal ist bei A. rosac. stellenweise sehr erweitert, indem er im Bereiche der Muskulatur zwischen zwei Armgliedern zwischen dieselbe Aussackungen treibt, welche oft in kurzer Entfernung vom mesodermalen, dorsal gelegenen Nervenstamm enden.

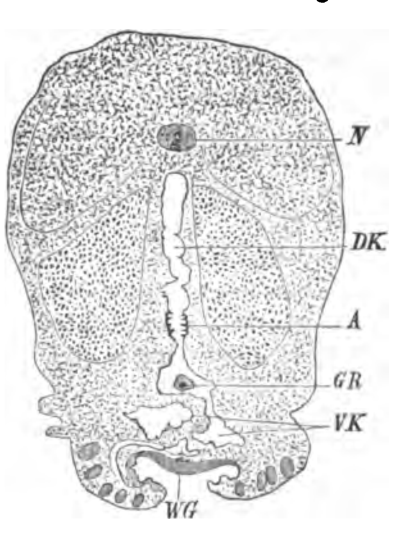
Bei Antedon Eschrichti treffen wir diese Aussackungen ebenfalls an. Hier sind dieselben aber komplizierter gebildet, indem man einzelne Abschnitte unterscheiden kann.

In der nebenstehenden Figur ist der mit A bezeichnete Abschnitt mit Wimperfurchen versehen, deren Zellen verdickt sind und lange Wimpern tragen. Dieser Abschnitt ist auf folgenden Schnitten durch Scheidewände von der Verbindung mit dem übrigen Hohlraum des Dorsalkanales streckenweise abgeschnitten. Solche Septen treten überhaupt oft ein, wie sie ebenso oft verschwinden, so daß dann sämtliche Hohlräume des Armes (mit Ausnahme des Wassergefäßes und des kleinen subneuralen Schizocoelraumes) miteinander kommunizieren, wie für A. rosac. Vogt und Yung und früher schon Ludwig angegeben hat. In unserer Figur

kommuniziert der rechte ventrale mit dem dorsalen Kanal, indem beide sich in den Genitalkanal öffnen.

Der mit Wimperfurchen versehene Abschnitt ist weiter von Wichtigkeit, da aus ihm der dorsale Kanal der Pinnulae entspringt, welcher die Wimpersäckchen an seiner dorsalen Wand trägt.

Zu bemerken ist noch, daß bei A. Eschrichti das alle diese Hohlräume auskleidende Epithel einen sehr wechselnden Anblick bietet. Erreicht es in den Wimperfurchen seine größte Entwicklung, so sind seine Zellen im dorsal gelegenen Abschnitt kleiner, mehr abgeplattet, während in den Verbindungskanälen zwischen den dorsalen und den ventralen Kanälen dasselbe aus abgeplatteten — wie es scheint — wimperlosen Zellen sich zusammensetzt.



DK Dorsalkanal; *VK* Ventralkanal; *GR* Genitalröhre; *A* mit Wimpersäckchen versehener Abschnitt des Dorsalkanales; *WG* Wassergefäfs; *N* Nervenstamm.

2. Die Wimpersäckchen. Unter diesem Namen beschreibt Ludwig in der dorsalen Wand des Canalis dorsalis, wie er die Fortsetzung der Leibeshöhle in die Pinnulae nennt, sackförmige Ausstülpungen, welche von einem Wimperepithel ausgekleidet werden. Sie stehen gruppenweise in jedem Pinnulaglied. Von der Fläche betrachtet, erkennt man die von einem gewulsteten Rande umgebenen kreisförmigen Öffnungen.

Ich habe diese kugligen Einstülpungen bei A. rosac., A. Eschrichti und Pentacrinus decorus näher untersucht. Fig. 5 auf Taf. XXIII zeigt einen Schnitt durch das Wimpersäckchen von A. Eschrichti. Eine strukturlose Membran trennt das Säckchen von der Bindesubstanz *bg*, wie Ludwig [1]) beschreibt. Im übrigen kann ich seiner Schilderung nicht beipflichten. Das Epithel, welches bei dieser Art das Organ auskleidet, besteht aus hohen Zellen und im Grunde aus abgeplatteten Zellen, an denen ich keine Wimpern

1) Ludwig, Crinoiden, in: Morpholog. Stud. an Echinodermen, Bd. 1.

fand. Ludwig bildet ab und beschreibt große blasige Zellen. Thatsächlich sind solche nicht vorhanden, es handelt sich vielmehr um solche niedrige Zellen, wie Fig. 5 zeigt. Im Umkreis der Öffnung, sowie im oberen Teil des Säckchens ist das Epithel stark verdickt, wie die mit der Camera gezeichnete Figur zeigt. Die Zellen sind nicht von cylindrischer Gestalt und tragen nicht den Kern alle in einer Höhe wie Ludwig, abbildet, sondern sie sind mehr fadenförmig, und in einer Anschwellung, welche bald mehr der Basis, bald mehr der Peripherie genähert liegt, den ovalen Zellkern. Die langen Wimpern sitzen mit kurzen Fußstücken auf den Zellen.

In Figur 5 ist ein Wimpersäckchen dargestellt, welches eine große Öffnung besitzt. Es giebt aber solche, bei denen die Ränder näher aneinandergerückt sind, und dann das Organ ein kugliges Aussehen erhält. Am meisten zu einem abgeschlossenen Säckchen fand ich diese Organe bei Actinometra parvicirra entwickelt (Fig. 16, Taf. XXIII). Auch bei ihnen war der Bau ein gleicher. In der Tiefe niedrige, an den Seiten und der Mündung desto längere Wimperzellen. Die Säckchen sind 0,05 mm lang und 0,04 mm breit.

Bei Pentacrinus decorus sind sie ebenfalls vorhanden und bilden wohl abgeschlossene Säckchen.

Bei Antedon rosacea liegen sie ebenfalls in Trupps. Ihr Bau ist auch bei dieser Art derselbe, nur reichen die Wimperzellen tiefer hinab in die Grube, welche von wimperlosen, kubischen Zellen ausgekleidet ist. Am schönsten ausgebildet sind diese Organe bei Actinometra solaris. Sie liegen eng aneinandergeschmiegt in Reihen, so daß man auf einem Querschnitt durch eine Pinnula acht oder mehr der Länge nach durchschnitten antrifft. Es ist dann vom ursprünglich glatten Epithel des Darmkanales nichts mehr zu erblicken, indem Wimpersäckchen neben Wimpersäckchen seine Stelle einnehmen.

Wir haben in diesen Wimpersäckchen wohl vor allem Organe zu sehen, welche einer Fortbewegung der Leibeshöhlenflüssigkeit dienen.

Ludwig hat auf die Synaptiden hingewiesen, deren Wimpertrichter sich diesen Wimpersäckchen an die Seite stellen lassen. Beide Gebilde erklärt derselbe für homolog und spricht die Hoffnung aus, daß man bei weiteren Untersuchungen auch bei anderen Echinodermen dieselben auffinden werde. Bisher ist dies nicht der Fall gewesen, und ich kann diesen Organen nur jene in der

Dorsalwand der Ophiurenarme verlaufende Wimperrinne an die Seite stellen. Dieselbe stellt eine wenig gebogene Rinne dar (vergl. die Abbildungen auf Tafel XII), welche von Wimperzellen ausgekleidet wird, die sich durch ihre Gestalt, Kerne u. s. w. wenig von den Zellen der Wimpersäckchen unterscheiden. Jedenfalls liegt kein Grund vor, diese Organe mit ähnlichen bei den Würmern befindlichen zu homologisieren oder abzuleiten. Solche Gebilde wie diese Wimperorgane werden sich unabhängig voneinander in den verschiedensten Gruppen entwickelt haben.

3. Das sog. gekammerte Organ.

Haben wir schon bei Betrachtung des Nervensystems eine große Mannigfaltigkeit in den Ansichten der einzelnen Forscher kennen gelernt, so ist diese bei der Frage nach dem Bau und der Funktion des sog. gekammerten Organes fast eine noch größere. Ich denke aber, gestützt auf die Untersuchung vieler Gattungen in vorzüglich konservierten Exemplaren, eine Einigung der verschiedenen Ansichten herbeiführen zu können.

Den Bau dieses von HEUSINGER [1]) als „herzartiges Organ" beschriebenen Teiles des Kelches kann man nur auf Längs- und Querschnitten untersuchen. Stellte dieser Forscher ebenso wie JOH. MÜLLER dasselbe noch als einen einfachen Hohlraum dar, so waren es GREEFF [2]) und W. B. CARPENTER [3]), welche zeigten, daß dieser Hohlraum durch fünf radiär gestellte, in der Achse sich vereinigende Septa in ebensoviel einzelne Kammern zerfiele. GREEFF nennt diesen gekammerten Hohlraum schlechtweg Herz. In der Achse desselben verläuft ein Strang (Achsenstrang) nach der gemeinsamen Darstellung GREEFF's und später LUDWIG's [4]), und in diesem Längskanäle. Höchst merkwürdig ist nun die Ansicht GREEFF's über die Funktion dieser Hohlräume. Für ihn sind sie ein Herz und er läßt nun Blutflüssigkeit durch je eine ventrale (also der Mundöffnung zugekehrte) Öffnung in die Kammern

1) HEUSINGER, in: MECKEL's Archiv 1876 und Zeitschr. f. organ. Physiol. 3. Bd.

2) GREEFF, Über den Bau und die Entwickelung der Echinodermen, 4. u. 5. Mitteil., 1876, in: Sitzber. d. Gesellsch. z. Beförd. d. gesammt. Naturw. z. Marburg.

3) W. B. CARPENTER, On the structure, physiology and Development of Antedon roseus, in: Proceed. Roy. Soc. 1876.

4) LUDWIG, Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 28, 1877.

gelangen. Diese Öffnungen hat CARPENTER[1]) ebenfalls beschrieben, gab ihnen aber eine andere Deutung, indem er ausführte, daß durch diese Öffnungen das sog. gekammerte Organ in Verbindung stehe mit der Leibeshöhle. Wie es sich hiermit verhält, zeige ich unter Hinweis auf meine Abbildungen weiter unten. Nach LUDWIG, welcher diese Öffnungen wiederfand, sollen sich an dieselben Kanäle anschließen, welche neben dem Achsenstrang eine Strecke herlaufen und mit den Kanälen des letzteren identisch sein sollen. Die Kanäle LUDWIG's habe ich überall wiedergefunden, sie setzen sich aber nicht fort in die Hohlräume des drüsigen Organes.

Der Achsenstrang (LUDWIG) setzt sich nach GREEFF, der ihn bald als dorso-ventralen Gefäßstrang bezeichnet, bald als dicken drüsenartigen Strang, bis zur Mundscheibe fort, indem er die Leibeshöhle in ganzer Ausdehnung durchzieht. In der Nähe der Mundscheibe löst er sich in ein Gefäßnetz auf, LUDWIG's Darstellung ist im großen Ganzen dieselbe.

Sehr eigentümlich wird der Ursprung der zu den Cirrhen führenden Gefäße geschildert, welche nach GREEFF[2]) teils „nicht aus dem Herzen, sondern aus dem das Herz durchsetzenden und ihm das Blut zuführenden dorso-ventralen Gefäßstrang“ entspringen, teils aber aus dem Grunde des Herzens hervortreten sollen. Nach LUDWIG gehen vom Achsenstrang die Cirrhengefäße ab, nachdem sie die Centrodorsalplatte durchsetzt haben. Der gleichen Meinung über den Ursprung der Cirrhengefäße sind VOGT und YUNG. Sie lassen die Gefäße von dem Achsenstrang, den sie als „Säule“ bezeichnen, nach allen Seiten ausstrahlen, an ihrem Ursprung unter sich anastomosieren, dann die Nervenmasse („Nervenkuchen“ nach VOGT u. YUNG) durchsetzen und in die Cirrhen eintreten. An allen diesen Beobachtungen ist etwas Richtiges. Was aber die Autoren bisher als Gefäße bezeichneten, sind keine solchen, sondern solide Stränge, welche in der Achse der Cirrhengefäße ihren Verlauf nehmen. Solche Stränge oder Quersepten in denselben werden von TEUSCHER[3]) und LUDWIG[4]) erwähnt, ohne daß der Ursprung derselben aufgeklärt worden wäre. Zu einer klaren Erkenntnis

---

1) W. B. CARPENTER, On the structure etc. 1876, in: Proc. Roy. Soc.

2) GREEFF, 5. Mitteilung, pag. 91.

3) TEUSCHER, Beitr. zur Anat. d. Echinod., 1. Comatula mediterranea, in: Jen. Zeitschr. f. Nat., Bd. 10, 1876.

4) LUDWIG, Beitr. z. Anat. d. Crinoiden, in: Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 28, 1877.

dieser Verhältnisse eignet sich besser als die gewöhnlich untersuchte Antedon rosacea unter anderen Actinometra pulchella. Ehe ich zur eigenen Darstellung übergehe, will ich kurz daran erinnern, daß die das gekammerte Organ umhüllende Gewebsmasse den zentralen Teil des dorsalen Nervensystems darstellt, wie ich in Anschluß vornehmlich an W. B. und P. H. Carpenter und Marshall in dem Kapitel über das Nervensystem geschildert habe.

Das gekammerte Organ stellt einen im Knopf gelegenen Hohlraum dar (*K* in Fig. 1 auf Taf. XVIII), welcher einen Durchmesser von ungefähr 0,5 mm besitzt. Dieser annähernd kuglige Hohlraum wird allseitig umhüllt von der Nervenfibrillenmasse, welche das Zentralorgan des dorsalen Nervensystems bildet.

Der kuglige Hohlraum zerfällt weiter in einzelne Abteilungen, welche auf folgende Weise entstehen.

In der Achse des Hohlraumes ist ein Strang aufgehangen, welcher die Fortsetzung des in dem Kelch gelagerten drüsigen Organes ist. Dieser Strang, welchen ich in seiner Zusammensetzung weiter unten schildere — in Fig. 1 auf Taf. XVIII (Längsschnitt durch das gekammerte Organ) mit *st* bezeichnet — wird in dem Hohlraum aufgehangen und an der Wandung befestigt durch fünf radienartig ausstrahlende Bänder. Auf diese Weise zerfällt das gekammerte Organ in fünf Abteilungen, wie ein Querschnitt durch dasselbe lehrt (vergl. Fig. 5 auf Taf. XVIII, *st* = Axialstrang, *b* Aufhängebänder oder Scheidewände).

Es stellt das gekammerte Organ nicht etwa, wie aus der bisherigen Darstellung hervorgehen könnte, einen allseitig geschlossenen Hohlraum dar, sondern es gehen zunächst von demselben fünf blind geschlossene röhrenförmige Hohlräume ab, welche neben dem axialen Strang verlaufen, ihm eng angeschmiegt, um bald blind zu enden, wie ich mit größter Sicherheit aussprechen kann. Fig. 1 auf Taf. XVIII zeigt diese röhrenförmigen Räume h — es sind zwei der Länge nach durchschnitten — während Fig. 6 und 7 zwei Querschnitte durch diesen Teil des Knopfes wiedergeben. Diese Fünfteilung des gekammerten Organes erstreckt sich bis zur Basis desselben. Nur tritt hier eine weitere Bildung in Verbindung mit dem Abgang der Cirrhengefäße hinzu.

Vergleicht man den Querschnitt durch den basalen Teil des gekammerten Organes, wie ihn von Ant. rosac. Fig. 3 auf Taf. XVIII wiedergiebt, so gewahrt man in seinem Innern eine sternförmige

Figur, deren Zentrum den Achsenstrang, und dessen fünf Strahlen die Scheidewände, welche im oberen Abschnitt die Fünfkammerteilung bewirken, darstellen. Außerdem ist zwischen je zwei Strahlen ein Band ausgespannt, welches die Befestigung mit der Wandung des gekammerten Organes herstellt. Es verbinden sich nämlich die fünf Strahlen nicht mit der letzteren, sondern setzen sich in Gestalt abgeplatteter Bänder in die Cirrhengefäße fort, welche also nur an fünf Stellen aus dem gekammerten Organ entspringen, um, wie Fig. 3 zeigt, sich sogleich in Äste, gewöhnlich in drei, zu teilen.

Es entspringen die Cirrhengefäße somit in fünf Radien, aber nicht in einer Reihe, sondern in mehreren', wie ein Längsschnitt durch das gekammerte Organ von Actinometra pulchella (Fig. 2 Taf. XVIII) zeigt.

Cirrhengefäße nehmen auch ihren Ursprung im Zentrum der Basis. Das sind die das Centrodorsale durchziehenden und blind unterhalb des Epithels endenden Gefäße, welche zu rudimentären Cirrhen gehören würden.

Der der bisherigen Beschreibung zu Grunde gelegte Querschnitt, Fig. 3, stammt fast unmittelbar von der Basis des Organes her. Querschnitte, welche mehr ventralwärts (oralwärts) geführt sind (also zwischen Fig. 3 und Fig. XV), zeigen kompliziertere Bildungen, indem nämlich zwischen den fünf Strahlen Verbindungsbrücken eingetreten sind, so daß man auf dem Längsschnitt Bilder, wie in Fig. 2 ein solches wiedergegeben ist, erhält.

Fassen wir zusammen, so ergiebt sich folgendes: Die Cirrhengefäße sind samt und sonders Fortsetzungen des gekammerten Organes. Das das Gefäßlumen derselben durchsetzende Längsband (vergl. den Querschnitt durch einen Cirrhus, Fig. 9, Taf. XIX) ist bindegewebiger Natur und eine Fortsetzung der fünf unser Organ in fünf Abteilungen trennenden Scheidewände. Diese zunächst für Actinometra pulchella und Antedon rosacea geltenden Resultate sind für Actin. paucicirra, A. parvicirra, Ant. Eschrichti in gleicher Geltung.

Meine auf einer großen Anzahl von Schnittserien beruhende Angabe, daß die fünf oralen Fortsetzungen des gekammerten Organes blind enden, nachdem sie den Achsenstrang eine Strecke weit begleitet haben, steht mit den Angaben älterer Forscher in

Widerspruch. W. B. CARPENTER [1]) glaubt einen Zusammenhang dieser fünf Kanäle mit der Leibeshöhle konstatieren zu können, eine Ansicht, welcher LUDWIG [2]) widerspricht, indem er meint konstatieren zu können, daß die fünf — nach mir blind endenden Kanäle (*h* in Fig. 1, Taf. XVIII) — sich mit den im axialen Strang befindlichen „Kanälen" „zur Bildung eines einzigen Organes zusammentreten", welches er das „dorsale Organ" nennt (drüsiges Organ).

Nach GREEFF's Darstellung sollen die Hohlräume des gekammerten Organes durch ventrale Ostien die Blutmasse aus seinem dorsoventralen Gefäßstrang empfangen. Daß sich zunächst diese Öffnungen in fünf Kanäle fortsetzen, hat GREEFF übersehen Diese wurden erst von LUDWIG beobachtet, der sie aber in der angegebenen Weise deutete.

Mit GREEFF [3]) stimme ich vollständig überein, wenn er Cirrhengefäße aus dem gekammerten Organ entspringen läßt. Seine Beobachtungen bestätigend, führte ich sie weiter, indem ich zeigte, daß die Scheidewände in den Cirrhengefäßen sämtlich bis zum Achsenstrang sich verfolgen lassen und bindegewebiger Natur sind.

Eine andere Meinung hat LUDWIG vertreten. Nach ihm sollen die Cirrhengefäße Fortsetzungen der Gefäße des Achsenstranges sein. Er verneint also den Ursprung der Cirrhengefäße vom gekammerten Organ und läßt nur einzelne Gefäße aus diesem entspringen. Der Widerstreit der Meinungen läßt sich aber leicht erklären, wenn man die Abbildungen vergleicht — denn dann zeigt es sich, daß LUDWIG (Fig. 1 auf Taf. XV seiner Crinoiden) wohl nicht sehr gut erhaltenes Material zur Beobachtung gehabt hat und diesem die Schuld beizumessen ist.

Wenn GREEFF [3]) aber für die Cirrhengefäße, welche das Centrodorsale in der Mitte durchsetzen und unterhalb des Rückenepithels enden, einen besonderen Ursprung annimmt — sie sollen aus seinem dorso-ventralen Gefäßstrange entspringen — so muß ich das vollständig bestreiten.

Außer GREEFF lassen die übrigen Forscher die Cirrhusgefäße

---

1) W. B. CARPENTER, On the structure, physiology and development of Antedon rosaceus, in: Proc. Roy. Soc. Nr. 166, 1876, pag. 211, u. Nr. 169, 1876.

2) LUDWIG, Morph. Studien, 1. Bd., pag. 63.

3) GREEFF, Über den Bau der Crinoiden, in: Marburg. Sitzungsberichte, 1876, pag. 88—95.

wie Ludwig vom Achsenkanal entspringen, indem sie annehmen, daß in diesen Kanäle verlaufen. So auch Vogt und Yung, welche ihre Beschreibung auch durch Abbildungen — allerdings sehr mangelhafter Natur — zu belegen suchen.

Die Hohlräume des gekammerten Organes sind von einem Epithel ausgekleidet, welches auch die fünf Scheidewände überzieht, wie Greeff[1]) u. a. beschrieben haben. Der größte Teil des Achsenstranges — dessen ausführliche Beschreibung im Zusammenhang mit dem drüsigen Organ folgt — besteht aus Bindesubstanz, ebenso wie diese die Scheidewände zusammensetzt. Das Epithel, welches sich in die Cirrhengefäße fortsetzt (Fig. 2, Taf. XVIII), besteht aus 0,005—0,004 mm hohen Zellen, welche dicht nebeneinander liegen und einen kontinuierlichen Belag herstellen. Ihre Kerne färben sich tief dunkel mit Karmin u. s. w. Wimpern habe ich an diesen Zellen nie wahrgenommen, ebenso wie sie sich sonst, wenn auch nur sehr wenig, von den mehr abgeplatteten, den Coelombelag bildenden Zellen unterscheiden.

Die Scheidewände, welche jedes Cirrhengefäß in zwei Hohlräume trennt, sind wie die Scheidewände des gekammerten Organes, mit denen sie in Verbindung stehen, gebildet. Sie bestehen aus einer dünnen, bindegewebigen Lamelle, welche auf beiden Seiten von einem Zellenbelag bedeckt wird. Muskelfasern, wie sie Greeff[1]) glaubt gefunden zu haben, habe ich in den Scheidewänden nicht beobachtet.

4. Ist das gekammerte Organ ein Enterocoelraum?

Zunächst betone ich nochmals, daß unser zentraler Hohlraum nur mit den von ihm abgehenden Cirrhengefäßen in Verbindung steht, keinesfalls aber mit dem Enterocoel der Leibeshöhle. Ebensowenig kann ich zugeben, daß eine Verbindung der fünf Räume mit dem drüsigen Organ besteht, wie Ludwig und Carpenter[2]) annehmen.

Es fragt sich nun, ob man berechtigt ist, das gekammerte

---

1) Greeff, Über das Herz der Crinoiden, in: Marburger Sitzungsberichte, 1876.

2) Carpenter, Report upon the Crinoidea collected during the voyage of Challenger, P. 1, in: Rep. Chall., V. 11, P. 32, 1884.

Organ als einen nur beim erwachsenen Tier vom Enterocoel abgeschlossenen Teil anzusehen, wie etwa das Wassergefäßsystem für einen solchen zu gelten hat [1]).

Das Epithel, welches die Hohlräume des gekammerten Organes auskleidet, hat viel Ähnlichkeit mit dem des Enterocoels, und es würde deshalb einer solchen Anschauung nichts im Wege stehen.

Zudem kommt noch, daß nach einer vorläufigen Mitteilung von BURY [2]) thatsächlich dieses gekammerte Organ nichts anderes als einen abgeschlossenen Teil der Leibeshöhle, des Enterocoels, darstellt.

Kapitel 4.

Schizocoelräume und Blutlakunensystem.

Schizocoelräume, welche nicht echte Blutflüssigkeit, wie besonders die Darmlakunen, führen, sondern bei den bisher betrachteten Gruppen als Räume sui generis aufzufassen waren, findet man bei den Crinoiden ebenfalls vor.

Als solche Schizocoelräume führe ich auf die in den Tentakelfurchen verlaufenden, unterhalb des Nervenepithels gelegenen Hohlräume, welche sich um die Mundöffnung in Gestalt eines ringförmigen Raumes, wenn auch sehr selten, erkennen lassen.

In Fig. 10, Taf. XXI und Fig. 3, Taf. XXII ist dieser in der Ambulacralfurche verlaufende Hohlraum quer durchschnitten. Wir haben ihn als Homologon der Perihämal- (Asteriden) und Perineuralkanäle (Echiniden, Ophiuren) zu betrachten, nicht aber als Blutlakune, denn es stehen diese Längskanäle nicht in Verbindung mit dem Blutlakunensystem. Während weiter das letztere eine gerinnbare, leicht färbbare Flüssigkeit führt, trifft man in den Schizocoelkanälen nur sehr selten eine geronnene Flüssigkeit. Meist ist ihr Inhalt vollständig klar und wasserhell, wie der der Leibeshöhle.

Diese Kanäle sind bereits früher gesehen und als Blutgefäße beschrieben worden. LUDWIG [3]) nennt sie radiäre Blutgefäße

---

1) Vergl. Vorl. Mitteilung. z. Morph. d. Echiniden, Nr. 8, pag. 4, in: Sitzungsberichte d. med.-nat. Ges., Jena 1886, Heft 2 und 3.

2) BURY, in: Proc. Roy. Soc., Bd. 43, 1887.

3) Crinoiden, Morpholog. Studien, Bd. 1, 1877.

(Nervengefäß), und auch noch bei P. H. CARPENTER[1]) finden wir diese Hohlräume dem Blutlakunensystem zugezählt.

VOGT und YUNG[2]) bestreiten nachdrücklich die Existenz eines solchen Gefäßes bei Anted. rosac. An einer anderen Stelle[3]) wird hervorgehoben, daß Lücken vorkommen, welche ein Nervengefäß vortäuschen, und in Fig. 279 wird unser Hohlraum auch abgebildet.

Es fragt sich nun: ist derselbe ein konstantes Gebilde, welches durch den Arm bis zu seiner Spitze sich verfolgen läßt als einlumiger Kanal, oder aber, wie VOGT meint, zu einem Lückensystem gehört. Letzteres ist nun vollständig zurückzuweisen. Immer ist der Schizocoelkanal einlumig, wo er auftritt, oder aber er fehlt ganz. Daß man aber nicht von einem Nervengefäß sprechen darf, darin stimme ich mit VOGT und YUNG überein[4]).

Bei den verschiedenen Arten fand ich folgendes. Bei Anted. rosac. tritt der Schizocoel-Längskanal in den Armen als konstantes Gebilde auf. Er kann an einzelnen Stellen geschlossen sein, dann wird dies aber durch die Kontraktion der Muskulatur des Wassergefäßes in der Tentakelrinne bewirkt. Sobald nämlich dieses Wassergefäß durch seine Quermuskeln eine Verengerung erfahren hat, kann der Schizocoelraum verschwinden. Dann ist das Ambulacralepithel der Tentakelrinne nicht so bogenförmig gestaltet wie in Fig. 10, Taf. XX, sondern seine Oberfläche bildet eine gerade Linie. Daß außerdem hierbei auch die Bewegung der Arme, ob dieselben mehr nach der Ventral- oder nach der Dorsalseite gebogen sind, mit in Betracht kommt, ist leicht zu erkennen.

Während bei dieser Art der Längskanal als ovaler Hohlraum von geringer Größe auf dem Querschnitt auftritt, hat er bei Anted. Eschrichti einen Durchmesser von 0,1 mm. Auf dem Querschnitt durch den Arm ist der Hohlraum schlitzförmig bis kreisrund, je nach der Kontraktion der Muskulatur des Wassergefäßes. Der Schizocoelkanal zeigt bei dieser großen Art ein Endothel aus abgeplatteten, 0,01 mm großen Zellen, deren Kerne in

---

1) P. H. CARPENTER, Challenger-Crinoïden, 1884.

2) VOGT und YUNG, Lehrbuch etc., pag. 545, 1886.

3) pag. 572.

4) Auch P. H. CARPENTER hat seine Meinung geändert, wie er mir persönlich im April dieses Jahres mitteilte. Er ist geneigt, diesen Hohlraum als Schizocoelraum anzusehen, welcher mit den Blutgefäßen nicht in Verbindung steht.

das Lumen hervorragen. Damit ist bewiesen, daß es sich nicht um zufällige Lücken in der unterhalb des Nervenepithels liegenden Bindesubstanzschicht handelt, sondern um einen bleibenden Hohlraum.

Einen zweifelhaften Schizocoelkanal hat man in dem Genitalkanal zu sehen, welcher die Genitalröhre umschließt. Dieser Kanal ist bei den übrigen Echinodermen unzweifelhaft ein Schizocoelraum, und daß er es auch bei den Crinoiden ist, dafür könnte folgendes sprechen: Seine Auskleidung ist ein abgeplattetes Endothel, dessen Zellen an Größe und Aussehen den Bindesubstanzzellen gleichen. Teilweise kommt eine endotheliale Auskleidung überhaupt nicht zustande und ist schwach entwickelt. Jedenfalls sind diese Zellen aber streng zu unterscheiden von den Zellen, welche die Dorsalkanäle der Arme auskleiden. Gegen seine Natur als Schizocoelraum spricht die Einmündung der Porenkanäle (s. oben) und die Kommunikation derselben mit den Hohlräumen der Leibeshöhle. Ich gestehe, daß, solange nicht entwickelungsgeschichtlich seine Entstehung bekannt geworden ist, ein sicheres Urteil nicht möglich ist. Sollte sich aber herausstellen, daß es ein Schizocoelkanal ist, so ständen dann bei den Crinoiden Enterocoel und Schizocoel in Zusammenhang und wären beim erwachsenen Tier nicht wohl zu unterscheiden.

Das Blutlakunensystem ist sehr hoch entwickelt, indem man stets abgegrenzte Räume vorfindet, in welche die Blutflüssigkeit eingeschlossen ist. Es sind aber sämtliche Blutlakunen nichts anderes als Lücken und Spalträume in der Bindesubstanz der Bänder und Mesenterien der Leibeshöhle, welche untereinander in Verbindung stehen. Alle diese den Darmtraktus gleichsam umspinnenden Lakunen besitzen den gleichen Bau. Da die einzelnen, die Leibeshöhle durchsetzenden Stränge und Bänder meist einen geringen Durchmesser besitzen, und die Lücken in der Bindesubstanz derselben, in denen eben die Blutflüssigkeit sich bewegt, ungemein erweitert sein können, so bleibt schließlich von dem Strang nichts weiter übrig als eine dünne Hülle, welche die Lakune umhüllt. Ein Querschnitt durch eine Blutlakune (Fig. 16, Taf. XXII) zeigt nach außen die Epithelschicht, die alle Organe, welche in der Leibeshöhle liegen, überzieht, das Coelomepithel. Nach innen von dieser trifft man auf eine bald sehr dünne, bald etwas stärkere Bindesubstanzschicht, in welcher sogar Zellen mit Fasern auftreten können. Ein eigentliches Endothel habe ich nicht gefunden. Man

kann diese Bindesubstanzschicht, deren Zellen bei A. Eschrichti hier und da eine abgeplattete Gestalt zeigen, als Endothel nicht in Anspruch nehmen, wie verschiedene gethan haben, da die Zellen niemals eine vollständige Auskleidung des Lumens bilden.

Ich finde die Blutlakunen bei Antedon gerade so wie bei Actinometra und Pentacrinus gebaut.

Über die Anordnung der Lakunen läßt sich folgendes aussagen: Um den Schlund lagern, denselben umgreifend, eine Masse von Blutlakunen kleinster Art (Fig. 10, Taf. XIX). Dieses Netzwerk von Lakunen ist bei Anted. rosac. ebenso deutlich ausgebildet wie bei den Arten der Gattung Actinometra. Die geronnene, fein granulierte und selten mit Zellen versehene Blutflüssigkeit tritt in dem Capillarnetze durch ihre hellrosa Färbung (nach Karminbehandlung) schön hervor. Sie gleicht in ihren Reaktionen dem Blute der übrigen Echinodermen.

Carpenter [1]) hat diesen Teil des Lakunensystems als labial plexus beschrieben. Bei Vogt und Perrier wird er als „schwammiges Gewebe mit verzweigten Gefäßen" beschrieben. Eine besondere Art des Bindegewebes liegt aber hier nicht vor, welche einen solchen Namen rechtfertigen könnte.

Untersucht man den Verlauf der Lakunen auf Horizontalschnitten durch den Kelch, so kann man noch eine Reihe von immer wiederkehrenden Lakunen feststellen. So findet man bei Anted. rosac., daß an gewissen Stellen kreisförmig verlaufende große Lakunen auftreten, so ungefähr oberhalb der Kelchmitte.

Der Durchmesser einer solchen Lakune beträgt 0,1 mm. Sie verläuft halbkreisförmig, das drüsige Organ umfassend, zwischen diesem und der äußeren Darmwindung. Weiter kann man im oberen Kelchteile gleichgroße, zirkulär verlaufende Lakunen finden, welche stärkere Äste nach allen Seiten in unregelmäßiger Weise abgeben.

Die Lakunen der Leibeshöhle stehen in Zusammenhang mit der Darmwandung. Dies geschieht in der Weise, daß die Stränge und Bänder der Leibeshöhle, in deren Hohlräumen die Blutflüssigkeit verläuft, in die Wandung des Darmes übergehen, indem sich ihre Bindesubstanzschicht in die der Darmwandung fortsetzt. Dasselbe ist für die epitheliale Bekleidung der Fall.

Man kann — wenn auch selten — die Blutflüssigkeit in der

---

1) P. H. Carpenter, Challenger-Crinoiden, P. 1.

Bindesubstanzschicht des Darmes, welche stets sehr gering entwickelt ist, nachweisen.

Eine Fortsetzung der Lakunen der Leibeshöhle in die Arme ist nicht vorhanden. Die sogenannten Radialgefäße sind, wie ich bereits auseinandersetzte, nicht Blutlakunen und stehen mit diesen in keiner Verbindung.

Ein Zusammenhang der Blutlakunen mit dem drüsigen Organ ist insofern vorhanden, als die bindegewebige Wandung desselben sich in die der Stränge und Bänder fortsetzt, in denen die Blutflüssigkeit zirkuliert.

Somit kann ich nur einen Teil des von den früheren Forschern beschriebenen Blutgefäßsystems als solches gelten lassen, welches homolog ist den Darmlakunen der Asteriden, Echiniden und Holothurien. Es zeigt eine gleich hohe Entwickelung wie das der letzten Gruppe.

Das gekammerte Organ hingegen zum Blutgefäßsystem hinzuzuzählen, wie es Greeff [1]) und Ludwig thaten, geht nicht an. Die Hohlräume, welche das sogenannte gekammerte Organ bilden, sind Teile der Leibeshöhle, und die typische Blutflüssigkeit findet sich niemals in denselben, sondern allein in den Lakunen, Lücken der Bindesubstanzschicht der die Leibeshöhle durchziehenden Stränge und Septen.

Ebensowenig dürfen wir mit Ludwig das drüsige Organ (Dorsalorgan Ludwig's) als Zentralorgan des ganzen Blutgefäßsystems auffassen, eine Ansicht, welcher übrigens auch noch Carpenter [2]) und Vogt und Yung [3]) sich anschließen. Auf die modifizierten Ansichten der letzteren Forscher sowie diejenigen von Perrier komme ich weiter unten zu sprechen.

Der Zusammenhang zwischen Blut- und Wassergefässsystem und der Leibeshöhle.

Eine Ansicht, welche mit den Thatsachen in vollstem Widerspruch steht, ist von Perrier [4]) und Vogt [5]) aufgestellt worden. Nach diesen Forschern stehen die Blutlakunen einerseits mit den Peritonealhöhlen (Enterocoel) und andererseits mit dem Wasser-

---

1) Über den Bau der Crinoiden, in: Marburger Sitzber. 1876.
2) Challenger-Crinoiden.
3) Lehrb., p. 564 u. a. St.
4) Comptes rendus, 1884, Bd. 98.
5) a. o. O., p. 561, p. 551.

gefäßsystem in Verbindung, somit ist auch die Flüssigkeit, welche in diesen Systemen zirkuliert, kaum verschieden. Die Aufnahme von Meerwasser denken sie sich in folgender Weise: Durch die Kelchporen gelangt dasselbe in das Blutgefäßsystem, indem die Kelchporen in die Lakunen einmünden (gegenteilige Angaben von LUDWIG, CARPENTER und mir siehe oben). Nachdem nun, fährt VOGT fort, die Flüssigkeit überall da, wo das Gefäßsystem ausgebildet ist, zirkuliert hat, wird sie durch die Hydrophorröhren (Steinkanäle) aufgenommen, welche also in die Gefäße münden (s. oben), um in das Wassergefäßsystem befördert zu werden. „So wird zwischen dem umliegenden Meerwasser und dem inneren Wassergefäßsysteme eine Verbindung hergestellt, welche nicht, wie LUDWIG, P. H. CARPENTER u. a. behauptet haben, sozusagen direkt durch die Vermittelung der allgemeinen Körper- oder Peritonealhöhle allein hergestellt wird. Ganz im Widerspruche damit geschieht die Verbindung vermittelst des Gefäßsystems, das vom gekammerten und vom Dorsalorgane, vom Mesenterium und vom schwammigen Gewebe abhängt. Da dieses Gefäßsystem mit der Peritonealhöhle in offener Verbindung steht, so erhält diese letztere von jenem die Flüssigkeit, welche sie erfüllt."

Es handelt sich hier nicht um Behauptungen, wie VOGT und YUNG meinen, sondern um die Thatsachen, welche jeder, der unbefangen und mit der Technik vertraut ist, sofort bestätigen muß[1]). Die Hohlräume der Leibeshöhle stehen in Verbindung mit dem Meerwasser durch die Kelchporen, diese münden weder bei Antedon, noch Actinometra und Pentacrinus in das Blutlakunensystem, welches allein durch die mit dem Darm zusammenhängenden, die typische Blutflüssigkeit führenden Hohlräume der Septen und Stränge der Leibeshöhle repräsentiert wird, sondern in die Leibeshöhle. Das Wassergefäßsystem steht in keinem Zusammenhang mit dem Blutgefäßsystem. Die Steinkanäle öffnen sich bei den drei Gattungen in die oberflächlichen Räume der Leibeshöhle. Das gekammerte Organ mit den Kanälen, welche in die Cirrhen führen, sind als Teile der Leibeshöhle anzusehen, welche beim jungen Tier mit derselben noch in Kommunikation stehen, und haben mit den echten Lakunen nichts zu thun.

Damit bestreite ich natürlich nicht, daß die Flüssigkeit, welche in der Leibeshöhle der Crinoiden angetroffen wird, vielleicht als

1) P. H. CARPENTER hat in seinen Challenger-Crinoiden einen Teil der PERRIER'schen Angaben bereits zurückgewiesen, p. 404, Note D—F.

Ernährungsflüssigkeit zu gelten hat und bei den Echinodermen die Blutflüssigkeit der Darmlakunen die Nahrungsstoffe vom Darm in erster Linie aufnimmt, eine Ansicht, welche für die Anneliden von WIREN [1]) ausgesprochen worden ist.

Kapitel 5.

Das drüsige Organ (Anted. rosac.) (Dorsalorgan).

Der Achsenstrang, welcher das gekammerte Organ in seiner Achse durchsetzt, tritt ventralwärts aus demselben heraus und setzt sich als eine unregelmäßig geformte Masse in Gestalt eines Stranges in die Leibeshöhle des Kelches fort. Diese Fortsetzung, welche von GREEFF als „ein sehr merkwürdiger Drüsenapparat“ angesehen wurde, liegt nicht im Zentrum des Kelches, sondern seitlich und läßt sich zwischen den Darmschlingen gelagert bis in die Nähe der Mundöffnung verfolgen. Der Strang endet, wie später zu beschreiben ist, blind. Ich werde nun im Folgenden eine genaue Darstellung des feineren Baues dieses Organes geben und seinen Zusammenhang mit Blutlakunen besprechen, um daran die Meinungen anzuschließen, welche man bisher über die Funktion sowie den Bau dieses Organes, wie über sein Verhältnis zum gekammerten Organ aufgestellt hat.

Der Bau des Dorsalorganes in der Leibeshöhle.

Das Organ wird allseitig umhüllt von dem Coelomepithel, dessen Zellen bald kubisch, bald mehr abgeplattet sind. Macht man einen Querschnitt durch unser strangförmiges Organ oberhalb des gekammerten Organes, so erhält man ein Bild, wie es Fig. 4 auf Taf. XX wiedergiebt. Eine Reihe von querdurchschnittenen Schläuchen liegen in einer gemeinsamen Bindesubstanz, welch' letztere vom Coelomepithel begrenzt wird. Je weiter nun die Querschnitte, welche man untersucht, der Ventralseite zuliegen, desto mehr durchschnittene Schläuche trifft man an, bald der Quere, bald auch der Länge nach durchschnitten. Bis zur ungefähren Mitte des Organes nimmt die Zahl der Schläuche zu, und hat dasselbe somit seinen größten Durchmesser, um dann an Umfang mehr und mehr abzunehmen. Hängen nun alle diese

1) WIREN, Beiträge zur Anatomie u. Histologie d. limivoren Anneliden, in: K. S. V.-A. H., Bd. 23, Stockholm 1887, pag. 47.

Schläuche miteinander zusammen? Es ist diese Frage nicht leicht zu entscheiden. Längsschnitte zeigen, daß dieselben seitliche kurze, blind geschlossene Äste treiben und daß der größere Teil derselben der Länge nach verläuft. Einzelne Schläuche können zusammen von der Hauptmasse austreten und so kann das ursprünglich einen Strang darstellende Organ in mehrere zerfallen. Dabei werden die einzelnen Äste ebenfalls vom Coelomepithel überzogen. Fig. 5 auf Taf. XX giebt einen Teil eines Querschnittes bei stärkerer Vergrößerung. Die einzelnen Schläuche werden von einem ungefähr 0,04 mm hohen Epithel ausgekleidet, welches aus cylindrischen Zellen sich zusammensetzt, welche dicht gedrängt stehen. Diese Zellen besitzen einen granulierten Inhalt und färben sich sehr stark. Der kreisrunde, bläschenförmige Kern liegt in der Basis der Zelle. Das Lumen der Schläuche ist bald weit, wie in der Figur, bald eng, und oft erfüllt mit einer geronnenen hellen Flüssigkeit. Die Bindesubstanz, in welcher alle diese Schläuche liegen, besteht aus der hellen Grundsubstanz, welche keinerlei Verkalkungen zeigt, und spindligen wie sternförmigen Zellen, deren Ausläufer wirr durcheinanderziehen. Wie ich schon hervorhob, nimmt der Umfang unseres Organes nach der Ventralseite (Oralseite) zu ab und die letzten Schläuche enden blind. Es lassen sich nun in nächster Nähe dieses Organes Blutlakunen verfolgen, welche eng mit demselben zusammenhängen, so am ventralen Ende. Daß jedoch die Blutflüssigkeit aus diesen Lakunen direkt in die Lumina der Schläuche einträte, davon kann nicht die Rede sein. Sie kann höchstens in der Bindesubstanz des Organes ihren Verlauf nehmen, doch habe ich sie auch hier nicht beobachten können. Das dorsale Ende des drüsigen Organes ist der Achsenstrang, welcher bei der Schilderung des gekammerten Organes erwähnt wurde.

Indem das drüsige Organ mehr und mehr an Umfang abnimmt, verschmächtigt es sich zu einem dünnen Strange; in dieser Gestalt tritt es in das gekammerte Organ ein (Fig. 1, Taf. XVIII, von Actinometra pulchella dargestellt). Querschnitte durch diesen Endteil ergeben, daß die Zahl der Schläuche nur noch eine sehr geringe ist und nach der Dorsalseite zu sich noch vermindert (vergl. Fig. 4 u. 5, Taf. XVIII). Die Schläuche sind sehr eng und besitzen eine Epithelauskleidung, welche sich von derjenigen unterscheidet, welche wir in den in der Leibeshöhle gelegenen Schläuchen kennen gelernt haben. Die Epithelzellen sind niedriger, beinahe abgeplattet oder kubisch wie Fig. 12 auf Taf. XX zeigt.

Es läßt sich auf lückenlosen Schnittserien feststellen, daß diese zuletzt in der Vier- oder Fünfzahl vorhandenen engen Kanälchen blind enden — ein Resultat, welches mit dem von LUDWIG u. a. gewonnenen in Gegensatz steht. Wie ich oben beschrieben habe, sind die Cirrhengefäße nicht als Fortsetzungen dieser Kanälchen anzusehen, sondern entspringen samt und sonders aus dem gekammerten Organ. Während nun aber LUDWIG u. a. annehmen, daß das letztere nichts anderes sei als fünf periphere Kanälchen oder Schläuche des drüsigen Organes, welche zum gekammerten Organ anschwellen, glaube ich mich überzeugt zu haben, daß sich diese Darstellung nicht halten läßt, wir vielmehr im gekammerten Organ einen Teil der Leibeshöhle vor uns haben.

Fassen wir kurz zusammen, so stellt sich das drüsige Organ dar als gleichsam in eine Kapsel von fasriger Bindesubstanz eingehüllt, welche im Innern die eigentliche Substanz in Lappen trennt, indem dieselbe sich in das Innere der Drüse zwischen die eigentliche Substanz derselben hineinerstreckt und so diese in Lappen und in Alveolen zerlegt. Die Drüsenbläschen welche von der Gerüstsubstanz umhüllt werden, sind kürzere oder längere Röhren, bald flaschenförmig, bald keulenförmig und teilweise verästelt. Einen Ausführgang besitzt dieses Organ nicht (siehe unten).

Die verschiedenen Ansichten, welche man über den Bau und die Funktion dieses Organes gehabt hat, sind in Kürze folgende: GREEFF [1]) vermutete in ihm einen Drüsenapparat, welchen er als dorsoventralen Gefäßstrang beschreibt, und glaubte, daß das Blut desselben den Skeletteilen zur Ernährung diente. Nach LUDWIG [2]) haben wir dieses Organ als Zentralorgan des Blutgefäßsystems anzusehen. Der feinere Bau desselben war ihm jedoch unbekannt geblieben, erst VOGT und YUNG [3]) und vorher PERRIER haben ihn geschildert. Nach diesen Forschern setzt sich dasselbe zusammen aus Höhlungen oder kurz gewundenen Schläuchen, welche gegen die Achse des Organes geöffnet sein sollen. Große körnige Zellen kleiden dieselben aus. „Die Eigenhaut“, fahren sie fort, auf deren

1) GREEFF, Über das Herz der Crinoiden.
2) LUDWIG, Morpholog. Studien an Echinodermen. Bd. 1. Crinoiden.
3) VOGT und YUNG, Lehrbuch der prakt. vergl. Anatomie, 9. Liefrg. 1886.

Innenfläche die Zellen liegen, ist im Innern gefaltet und gerunzelt, und je nachdem die Ränder der Falten sich berühren oder verschmelzen, erhält man den Anschein von Schläuchen oder nur von kürzeren oder längeren Schläuchen." Da nun diese Schläuche strahlig in schiefer Richtung um die „leere Achse des Organes" gestellt wären, so sähe man sie auf Schnitten bald als Kreise, bald als Schläuche. Das ganze Organ lassen sie von einer wasserhellen Eigenhaut umgeben sein und dem Coelomepithel. Diesen Angaben gegenüber kann ich die meinigen nur aufrecht halten. Dieses Organ weiter als einen Teil des Gefäßsystemes anzusehen, wie es Vogt und Yung thun, dafür liegen meiner Ansicht nach keine Gründe vor, und ist auch Perrier[1]) einer anderen Meinung. Für die Crinoiden hat dieser Forscher nachgewiesen, daß die Genitalröhren bei der jungen Comatula in Zusammenhang stehen mit dem drüsigen Organ. Nach seinen Angaben reicht dasselbe beim jungen Tier bis in die Nähe des Mundes, wo es hakenförmig endet. In diesem Haken traf er großkernige Zellen (Urkeimzellen), und von dieser Stelle aus wachsen in die sich entwickelnden Arme Knospen aus, welche die Anlage der Genitalröhren bilden. Perrier betrachtet nun das drüsige Organ als den Stolo eines sterilen Individuums, welcher in den Pinnulae — den Geschlechtstieren — reift. Kann ich mich nun der letzten Ansicht aus entwickelungsgeschichtlichen wie vergleichend-anatomischen Gründen nicht anschließen, so habe ich schon früher zu der Meinung, daß das drüsige Organ der Asteriden (Echiniden) in Zusammenhang steht mit den Genitalröhren, Material beigebracht. Ich fand, daß die letzteren mit Zellen — Urkeimzellen — erfüllt waren, welche ganz den Zellen glichen, welche im drüsigen Organ sich finden, und daß die Genitalröhren in direktem Zusammenhang mit letzterem stehen. Reifen bei den Crinoiden die Urkeimzellen in den Pinnulae, so geschieht dies bei den Asteriden in den Interradien, die Reifungsstätten bezeichnet man bei ihnen als Geschlechtsorgane.

---

1) Lehrb. d. prakt. vergl. Anat., 10. Lieferung, pag. 577, 1887, u. Sur le développement de l'appareil vasculaire et de l'appareil génital des Comatules, in: Comptes rendus, T. 6, Nr. 7, 1885.

Kapitel 6.

Die Genitalröhren und die Reifungsstätten in den Pinnulae.

1. Die Genitalröhren und ihre Urkeimzellen.

Bereits früher[1]) habe ich mich, wenn auch nur kurz, über die Genitalröhren der Crinoiden geäußert. Damals lag es mir vor allem daran, den Nachweis zu erbringen, daß allen Echinodermengruppen Genitalröhren zukommen, in denen sich Urkeimzellen finden, welche nur an bestimmten Orten derselben zu den Ei- und Samenzellen sich differenzieren.

Bei allen Gruppen fand ich Kanäle, eben die Genitalröhren, welche in Bindegewebssepten liegen, in deren Lücken und Spalten die Blutflüssigkeit sich ausbreitet.

Nachdem ich nun die Crinoiden nach den verschiedensten Richtungen untersucht habe, finde ich, daß bei ihnen die Verhältnisse etwas komplizierter liegen als bei den übrigen Gruppen. Konnte ich bei diesen nachweisen, daß die Genitalröhren mit den Lakunen in einem Schizocoelraum lagern, so ist bei den Crinoiden, wenigstens den erwachsenen, der Nachweis mit Sicherheit nicht zu erbringen. Weiter kann ich nach Durchmusterung aller meiner Präparate auch nicht das Vorkommen von Blutflüssigkeit in der Umgebung der Genitalröhren behaupten.

a) Lagerung der Genitalröhren in den Armen.

Die Genitalröhren der Arme sind in ihrem Bau und Verlauf besonders von Ludwig[2]) eingehend geschildert worden.

Zwischen den drei Fortsetzungen der Leibeshöhle in die Arme, welche in Figur 2 auf Taf. XI mit C (Dorsalkanal), C^1 und C^2 (Ventralkanäle) bezeichnet sind, liegt in der Mitte zwischen diesen dreien in der hier verdickten Scheidewand derselben ein Längshohlraum, der Genitalkanal, welcher eine Röhre vorstellt, und in diesem liegt der Genitalschlauch, welcher wiederum die Genitalröhre einschließt. In Fig. 9, Taf. XXIII, ist der Genitalkanal mit *GK*, der Genitalschlauch mit *GS* und die Genitalröhre mit *GR* bezeichnet. Den Hohlraum des Genitalschlauches hat Ludwig

1) Hamann, Die wandernden Urkeimzellen und ihre Reifungsstätten bei den Echinodermen, ein Beitrag zur Kenntnis des Baues der Geschlechtsorgane, in: Zeitschr. für wiss. Zool., Bd. 46, 1887.

2) Ludwig, Morpholog. Stud., Bd. 1. Crinoiden.

als Blutgefäß beschrieben. Wie ich schon hervorhob, zirkuliert in demselben bei anderen Echinodermen thatsächlich Blutflüssigkeit. Bei den Crinoiden habe ich sie nie wahrgenommen, auch keinen Zusammenhang mit den Blutlakunen der Scheibe aufgefunden.

Die Genitalröhre liegt nach LUDWIG's Beschreibung und Zeichnung [1]) im Zentrum des Schlauches durch Muskelfäden aufgehangen. Ich habe weder bei Anted. Eschrichti noch rosac. diese Befestigung wahrgenommen. Die Genitalröhre lag der Wandung des Schlauches an (Fig. 8 und 9). Dies scheint das regelmäßige Verhalten zu sein. Sie besteht nach LUDWIG aus großen Zellen, welche das Lumen bis zur Unkenntlichkeit verengen. Das sind die Urkeimzellen. Aus ihnen gehen in den Pinnulae Eier und Samenzellen hervor.

Ich finde den Bau des Genitalschlauches komplizierter gebaut, als er von LUDWIG geschildert ist. Zunächst ist die Epithelschicht zu erwähnen, welche ihn rings umhüllt. Die Kerne dieser Zellen liegen dicht bei einander, so daß es erscheint, als ob gar keine Zellsubstanz vorhanden wäre (vergl. Fig. 9 e^1, Taf. XXIII). Die Wandung soll unterhalb dieser Epithelschicht nach LUDWIG längsgefasert sein, und in Abständen Ringsmuskelfasern lagern. Diese letzteren muß ich in Abrede stellen, während ich eine dünne Lage Bindesubstanz erkenne, der ein Epithel aufliegt, das den Hohlraum des Schlauches auskleidet, auch über die Genitalröhre sich erstreckt (Fig. 8 und Fig. 9, Taf. XXIII).

Der Genitalschlauch selbst wird durch spindlige Zellen im Genitalkanal *GK* aufgehangen, wie dieselben Figuren zeigen.

Die Zellen in den Genitalröhren sind amöboid, gegenseitig sehr oft so dicht gedrängt gelagert, daß ihre Grenzen unkenntlich geworden sind. Sie messen, wie LUDWIG für Anted. Eschrichti angegeben hat, 0,08 mm. Ihr Plasma ist fein granuliert. Der kuglige, große Kern tritt sehr deutlich hervor.

Auf die Beschreibung von VOGT und YUNG einzugehen, halte ich für überflüssig, da schon die Abbildungen zeigen, daß das Material zu feinerer Untersuchung nicht tauglich war.

b) Die Genitalröhren im Kelch.

Bisher sind die Genitalröhren mit den Genitalschläuchen im Kelch unbeobachtet geblieben. Man hat sie in denselben zwar eintreten sehen, aber nicht weiter verfolgen können.

---

1) Taf. XIII, Fig. 3 und 4.

An geschlechtsreifen, erwachsenen Anted. rosac., welche in Alkohol konserviert, in Chromsäure entkalkt und mit neutraler Karminlösung gefärbt waren, gelang es mir leicht, die Genitalschläuche im Kelch zur Ansicht zu bekommen. Es verlaufen die fünf Schläuche nach ihrem Eintritt in den Kelch nach wie vor in einem Hohlraum, welcher aber mit den übrigen Räumen der Leibeshöhle in Verbindung steht, wie es (Fig. 14 auf Taf. XXII) schon bei seinem Verlauf in den Radialien der Fall ist.

Die Genitalschläuche liegen zwischen dem ventralen Integument und den Darmwindungen und treten zur Bildung eines unregelmäßigen Pentagons zusammen. Vertikalschnitte durch den Kelch lassen streckenweise Teile dieses annähernd ringförmig verlaufenden Genitalschlauches erkennen.

Der Genitalschlauch hat einen geringeren Durchmesser als in den Armen, er mißt nur 0,02 mm, während die Genitalröhre 0,01 mm dick ist. Diese letztere ist kreisrund auf dem Querschnitt, wie Fig. 7, Taf. XXIII zeigt. Der Bau des Schlauches ist sich gleich geblieben. Wir erkennen das Epithel, den inneren Zellenbelag, wenn auch weniger entwickelt, wieder und die großen Urkeimzellen. Einen Längsschnitt, tangential zum Geschlechtspentagon, giebt Fig. 6 auf Taf. XXIII. Dieselben Spindelzellen wie in den Armen (Fig. 9) bewirken auch hier die Anheftung des Genitalschlauches in den ihn umgebenden Hohlraum. Die Genitalröhre selbst ist nur an zwei Stellen vom Schnitt getroffen worden.

Somit vereinigen sich bei den Crinoiden ebenso, wie ich dies für die Asteriden und Echiniden nachgewiesen habe, die Genitalschläuche im Kelch, und es fragt sich nun, ob sie in Verbindung stehen mit dem Ende des drüsigen Organes. Ich habe sie bis in die nächste Nähe desselben verfolgt; einen Übergang etwa des einen Organes in das andere nicht beobachtet. Daß aber ein gewisser Zusammenhang mit diesem Organ von Perrier bei jugendlichen Tieren beobachtet worden ist, darauf habe ich schon vorhin kurz aufmerksam gemacht.

2. Die Reifungsstätten der Urkeimzellen in den Pinnulae.

Wie wir sahen, sind die Genitalröhren mit Zellen erfüllt, welche als Urkeimzellen zu bezeichnen[1]) sind und welche an

---

1) Hamann, Die wandernden Urkeimzellen und ihre Reifungsstätten bei den Echinodermen, in: Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 46, 1887.

bestimmten Orten — bei den Crinoiden in Seitenanhängen der Arme, den Pinnulae — sich weiter differenzieren.

Die Pinnulae rekapitulieren bekanntlich den Bau der Arme, indem sich Nerven, Wassergefäß, Leibeshöhle von den Armen aus in dieselben fortsetzen. Der Übergang des Genitalschlauches mit der Genitalröhre in eine Pinnula läßt sich aus Fig. 3, Taf. XXII leicht verfolgen. Der Schnitt hat den Arm durchquert, die Pinnula infolgedessen der Länge nach getroffen. Die Bezeichnungen in der Figur sind dieselben wie in Fig. 2 derselben Tafel. Mit *G* ist der Genitalschlauch mit Röhre bezeichnet, er setzt sich in die Pinnula fort und schwillt hier an, *H*. Dieser Buchstabe bezeichnet den Teil des Genitalschlauches, welcher die reifenden Urkeimzellen birgt. Der Genitalschlauch ist, wie Ludwig dies bereits geschildert und abgebildet hat, ungemein angeschwollen, und die reifenden Urkeimzellen haben die Genitalröhre ausgedehnt, welche jetzt dem Schlauche eng anliegt. Ihr Lumen ist entweder mit den reifenden Spermazellen oder den Eizellen erfüllt. Der Hohlraum endlich, in welchem der Genitalschlauch liegt, kann von letzterem ganz ausgefüllt sein, so daß er kaum noch erkennbar ist.

Im einzelnen sind die Verhältnisse aber verwickelter, als wie es bisher der Fall zu sein schien. Wie Taf. XXIII, Fig. 3 (Querschnitt durch eine Pinnula von A. Eschr.) zeigt, liegen die aus den Urkeimzellen sich bildenden Eizellen peripher, die reifen Eier aber im Zentrum. Nach Ludwig stellt nun das ganze Gebilde, dessen Wandung in der Figur mit *GS* bezeichnet ist, die Genitalröhre vor, welche sich (vergl. Fig. 9 *GR*, Genitalröhre) so ungemein vergrößert hat, daß sie den Hohlraum des Genitalschlauches verengt hat.

Die Stadien, welche Ludwig (Taf. XIII, Fig. 10) und Vogt (a. s. O., p. 575, Fig. 285) abbilden, zeigen uns die sich aus den Urkeimzellen differenzierenden Eizellen, der Wandung des Genitalschlauches anliegend. Sie werden von einem Follikelepithel umhüllt, welches von den der Eizelle nächstgelegenen Zellen gebildet wird. Dieser Angabe kann ich nicht beipflichten. Ein Follikelepithel, wie es den Holothurien zukommt, finde ich nicht bei den Crinoiden, da der Zellenüberzug nur gelegentlich auftritt.

In einem weiteren Stadium treffe ich bei A. rosac. im Genitalschlauch überhaupt kein Lumen mehr an; er ist vollständig solid geworden und wird von den großen Eizellen, die anfangs noch ihr Keimbläschen zeigen, erfüllt; an der Peripherie lagern noch hier und da jüngere, kleine Eizellen, während unentwickelte

Zellen, welche wohl aus den Urkeimzellen, die sich nicht weiter entwickelten, hervorgegangen sein mögen, zwischen ihnen liegen.

Ein Außenepithel, welches das ganze solide cylindrische Gebilde umhüllt, ist stets wahrnehmbar. Es besteht aus abgeplatteten Zellen.

3. Die Reifung der Eier von Anted. Eschrichti.

Sobald die Eier ausgewachsen sind, geraten sie in den zentralen Hohlraum und füllen diesen oft ganz aus. Fig. 3 auf Taf. XXIII zeigt solche reife Eier, welche bei A. Eschr. einen Durchmesser von 0,3 mm haben. Eine Dotterhaut hebt sich um dieselben durch dunklere Färbung ab. Prüfen wir nun diese Eier weiter, so finden wir, daß sie ihr Keimbläschen verloren haben, und daß an Stelle desselben ein 0,01 mm großer, kugliger Eikern von homogenem Aussehen liegt (Fig. 4ᵃ *ek*). Weiter liegen der Eiperipherie auf zwei Richtungskörperchen, welche sich mit Karmin dunkler färben als der Eikern. Das zweite Körperchen besitzt eine ovale Gestalt und zeigt mehrere Chromatin-Körnchen. Es sitzt der Peripherie mit seiner Längsachse senkrecht auf.

Somit reifen die Eier vor ihrem Austritt aus der Pinnula, sind also sofort fähig, befruchtet zu werden. Die Angabe von Vogt und Yung [1]) ist damit zurückzuweisen. Diese Forscher beschreiben, daß bei A. rosac. das Ei noch mit dem Keimbläschen versehen, also im unreifen Zustande austritt. Die Richtigkeit dieser Beobachtung wird schon durch die Mitteilung von Jickeli [2]) in Frage gezogen, welcher beschreibt, daß geschlechtsreife Individuen, welche Eier und Samen austreten lassen, eine Kopulation ausführen, indem sie sich mit ihren Armen umschlingen. Es erfolgt also die Verschmelzung von Ei und Samenzelle unmittelbar nach ihrer Entleerung, das Ei muß aber, um befruchtet zu werden, reif sein, d. h. die Richtungskörper gebildet haben.

4. Die Genitalöffnungen.

Die Frage nach den Genitalöffnungen ist noch nicht gelöst. Teuscher [3]), welchem wir die Kenntnis der männlichen Öffnungen verdanken, nimmt an, daß die weiblichen durch Ruptur der Wan-

---

1) Vogt und Yung, a. o. O., pag. 574.
2) Jickeli, a. o. O.
3) Teuscher, Beiträge z. Anat. d. Crinoiden, in: Jen. Zeitschr., Bd. 10, 1876.

dung der Pinnula entstanden seien, eine Meinung, welcher sich Ludwig [1]) nicht anschließt, vielmehr diese Frage unentschieden läßt. Nach Vogt und Yung sollen die Eier vielleicht durch Dehiscenz austreten, doch drücken sie sich sehr vorsichtig aus. Aus diesen Angaben geht vor allem das Eine hervor, daß die weiblichen Öffnungen immer erst nach dem Austritt der Eier beobachtet wurden. Bis zu dieser Zeit trifft man keine Öffnungen, wohl aber sind die Orte für dieselben vorgebildet. Fig. 3, Taf. XXIII zeigt an zwei gegenüberliegenden Stellen der Seitenwände Hervorragungen der Pinnulawandung. Zugleich ist die Wandung an diesen kuppelförmig hervorgestülpten Stellen sehr verdünnt.

Diese bei Oberflächenbetrachtung durch ihre Lage leicht erkennbaren präformierten Ausführgänge lassen später die Eier austreten, sobald die Reifung sämtlicher Eier vollendet ist. Dann erfolgt durch den Druck derselben die Öffnung und Ruptur der verdünnten Wand. Ich zweifle nicht, daß auch bei A. rosac. dieselbe Entstehung der Ausführgänge sich wird feststellen lassen.

Die männlichen Ausführgänge sind an den gleichen Stellen der Spermazellen produzierenden Pinnulae gelegen. Abbildungen derselben finden sich bei Teuscher und Ludwig [2]).

Kapitel 7.

Die Muskulatur und die Bindesubstanz.

Es sind nur wenige Angaben vorhanden, welche sich mit dem Bau der Muskelfasern beschäftigen. Die älteren Forscher haben sich darauf beschränkt, die Anordnung und das Vorhandensein von Muskeln genau zu beschreiben, so vor allem Joh. Müller und W. B. Carpenter [3]). Ludwig bereicherte unsere Kenntnisse durch einige den feineren Bau berührende Beobachtungen, während Jickeli in einer vorläufigen Mitteilung sich über dieselben äußerte.

1) Ludwig, Crinoiden, Morph. Studien, Bd. 1, pag. 38.

2) Ludwig, Taf. XVIII, Fig. 45, Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 28.

3) W. B. Carpenter giebt bereits im Jahre 1866 (Phil. Trans. Pl. 43, Fig. 4) eine gute Abbildung der Muskelfasern, indem er auch den länglich-ovalen, peripher gelagerten Kern gesehen hat. Daß seine Deutung zu jener Zeit eine andere sein mußte, als sie jetzt ist, ist selbstverständlich.

Immerhin stehen bisher genauere Untersuchungen und Abbildungen noch aus, so daß die folgenden Resultate eine Lücke auszufüllen imstande sind.

Nach LUDWIG[1]) bildet die Muskelfaser ein schmales, langes Band, welches an den Enden unbedeutend verbreitert ist. Die einzelnen Fasern sind nicht verästelt und haben die Länge des ganzen Muskelbündels. An jeder Faser wird ein Kern beschrieben, welcher derselben außen aufliegt. Eine feinere Struktur wurde an den Fasern nicht beobachtet. Weiter wurden von LUDWIG die Fäden, welche sich in den Wassergefäßen quer ausspannen und deren Lumen durchsetzen, als Muskelfäden angesprochen. Auf diese wie andere Angaben komme ich nochmals zu sprechen.

Ich teile — nach Untersuchung der Muskulatur sowohl bei Antedon, Actinometra und Pentacrinus — dieselbe ein in drei verschiedene Gruppen.

Ich unterscheide:

1) die Epithelmuskelzellen, welche nur im Wassergefäßsystem auftreten;
2) glatte, längsgestreifte Muskelfasern, welche denen der übrigen Echinodermen gleichen und epithelialen Ursprungs sind;
3) kontraktile Spindelzellen, wie solche ausschließlich in den Cirrhen und sodann in den Armen als Antagonisten der unter 2 genannten Muskulatur auftreten.

1. Die Epithelmuskelzellen.

In der Wandung der Wassergefäße — Ringkanal wie Verzweigungen — treten Muskelfasern auf, welche parallel zur Achse der Gefäße verlaufen, oder aber sich quer durch das Lumen ausspannen. Diese letzteren Fasern wurden von PERRIER[2]) zuerst beschrieben; ihre Natur jedoch weder von ihm noch von TEUSCHER[3]), welcher sie später schilderte, erkannt, bis LUDWIG[4]) dieselben als Muskelfäden besprach.

Die Muskelfäden der Wandung hängen, wie ich zuerst mich bei Anted. rosae. überzeugte, noch zusammen mit den das Lumen

1) a. o. O., Crinoiden, pag. 40.

2) Recherches sur l'anatomie et la régénération des bras de la Comatula rosacea, in: Arch. zool. expér. et gén., Bd. 2, 1873.

3) Beiträge zur Anatomie der Echinodermen, 1. Comatula mediterranea, in: Jen. Zeitschr. f. Naturw., Bd. 10, 1876.

4) Crinoiden, pag. 16.

des Wassergefäßsystems auskleidenden Epithelzellen. Tangentialschnitte durch die Wandung eines Gefäßes, auf welchen man auch das Epithel mitsamt den Muskelfäden in der Flächenansicht erhält, zeigen ein Bild, wie es in Fig. 12 auf Taf. XVIII wiedergegeben ist. Es hat zunächst den Anschein, als ob sämtliche Epithelzellen eine spindlige Gestalt besäßen. In Wahrheit jedoch — davon überzeugt ein Querschnitt durch ein Wassergefäß, Fig. 10 auf Taf. XX — sind die Epithelzellen kubisch, und lassen sich die Grenzen der Zellen gegeneinander streckenweis deutlich feststellen. An der Basis hat der Zellleib jedoch in der Richtung der Achse des Wassergefäßes eine Muskelfaser ausgeschieden, und auf diese Weise ist das Flächenbild in Fig. 12 zu erklären. Die einzelnen Muskelfäden besitzen keine bedeutende Länge, wie an den quer das Lumen durchziehenden unschwer festzustellen ist. (Fig. 10, Taf. XX.)

Die Länge dieser queren Fäden beträgt bei Ant. rosac. 0,02—0,03 mm. Auch diese Muskelzellen machen einen spindligen Eindruck. In Wahrheit liegt aber die Muskelzelle seitlich, was aber bei der Kleinheit des Objekts wenig hervortritt. (Fig. 12, Taf. XVIII.) Denselben Bau der Muskelzellen fand ich besonders gut bei Ant. Eschrichti vor.

Ludwig's Beschreibung der quer aufgespannten Muskelfäden stimmt mit der meinigen vollkommen überein, nur seine Deutung ist eine andere. Er beschreibt, wie an jedem Muskelfaden ein Kern liegt, welcher „von der Seite gesehen über den sonst geradlinigen Kontur des Fadens merklich“ hervorspringt, glaubte aber, daß dieser „Kern“ auf einen dünnen Epithelüberzug der Fäden zu beziehen sei. Da ich nun auch die übrigen Muskelzellen der Wandung als epitheliale erkannt habe, so ist eine andere Deutung wohl nicht mehr möglich.

Man findet die queren Muskelfäden oder Muskelzellen in den verschiedensten Zuständen der Kontraktion. Sie können an einzelnen Stellen so stark kontrahiert sein, daß ihre Länge kaum die Hälfte der oben angegebenen Größe beträgt. Dann ist das Gefäß dementsprechend verengt. Sowohl diese queren als auch die Muskelzellen in der Wandung sind an ihren Enden zugespitzt, wie Klopfpräparate von entkalktem Material erkennen lassen.

2. Die glatten längsgestreiften Muskelfasern.

Die Bewegung der einzelnen Armglieder geschieht in erster Reihe von diesen an Spirituspräparaten bräunlich erscheinenden

Fasern. Auf Querschnitten durch die Arme, welche zwischen je zwei Glieder geführt sind, treten sie sofort in die Augen (Fig. 3 auf Taf. XXII, Schnitt durch einen Arm und eine Pinnula, *M* Muskulatur). Je zwei solcher Muskelmassen, welche als Ventralmuskeln der Arme bezeichnet werden können, treten zwischen je zwei Armen auf. Ihre eigentümliche Gestalt kann man am besten auf dorsoventralen Längsschnitten durch den Arm erkennen.

Die einzelnen Muskelfasern färben sich mit Karmin tief dunkel und treten deutlich hervor, da die Bindesubstanz vollständig ungefärbt erscheint. Ihre Gestalt läßt sich an Querschnitten durch die Arme bereits feststellen. Auf solchen sieht man, daß die einzelnen Fasern von bandförmiger Gestalt sind (Fig. 8, Taf. XXII) und in Gruppen angeordnet stehen. Es kann die Anzahl der Fasern, welche kreisförmig um ein Zentrum gelagert sind, eine sehr verschiedene sein. Bei Anted. Eschrichti ist die Zahl meist sehr groß. Zwischen den einzelnen Muskelfasergruppen erkennt man die Bindesubstanz, welche in ihrer glasig-hellen Grundsubstanz nur hier und da Zellen erkennen läßt. Auch der zentrale Raum wird von letzterer erfüllt. Weiter lassen sich die Nervenfibrillen deutlich in der bindegewebigen Grundsubstanz in ihren Verzweigungen erkennen.

Wie aus der Figur 8 hervorgeht, stoßen die Muskelfasern mit ihren Breitseiten eng aneinander, während die zu ihnen zugehörigen Kerne meist nach innen gelagert sind. Zerzupft man einen Teil eines ventralen Armmuskels, so erhält man die einzelnen Muskelfasern leicht in Zusammenhang, wie Fig. 6 auf Taf. XXII wiedergiebt. Zerzupft man solche Fasern weiter, so zerfallen sie leicht in eine Anzahl feinerer, dünner Fäserchen. Dieser Zerfall entspricht einer an der lebenden Muskelfaser schwach wahrnehmbaren Längsstreifung.

Die Bildungszelle der Muskelfaser ist bis auf den Zellkern verschwunden. Man überzeugt sich jedoch leicht, daß einer Faser nicht nur ein, sondern vielmehr mehrere Zellkerne zukommen, welche in annähernd gleichen Abständen den Fasern außen aufliegen und eine länglich-ovale Gestalt haben (Fig. 6 *b*, Taf. XXII). Bei Anted. Eschrichti sind diese Kerne sehr groß (Fig. 8), während sie bei Anted. rosac. schmächtiger und kleiner sind (Fig. 9, Taf. XXII).

Die größte Stärke der Muskelfasern beträgt bei schwacher Kontraktion 0,05 mm, die Länge des Kernes 0,04 mm (Anted. rosac.).

3. Die spindligen Muskelfasern.

Als Antagonisten der ventralen Armmuskeln treten uns eigentümliche Fasergruppen entgegen, welche mit den in den Cirrhen vorkommenden Fasern übereinstimmen.

Diese Fasern sind durch ihr Aussehen bereits in frischem Zustande von den soeben beschriebenen Muskelfasern zu unterscheiden, da ihnen die diesen zukommende dunkle bräunliche Farbe fehlt.

Den Cirrhen, den beweglichen Ranken des Kelches, welche an ihren Spitzen große, gekrümmte Haken tragen, kommt diese Art von Muskulatur allein zu.

Die in Chromsäure entkalkten, mit neutraler Karminlösung gefärbten und dann geschnittenen Arme lassen diese dorsal gelagerten Muskelfasern, welche streng parallel zu einander verlaufen, als gefärbte Masse hervortreten. Sie sind einen Ton heller gefärbt als die ventrale Muskulatur, aber von den eigentlichen Bindesubstanzfibrillen, welche sich gar nicht oder kaum merkbar tingieren, sofort zu unterscheiden.

Haben wir aber überhaupt diese Fasergruppen als echte Muskelfibrillen zu bezeichnen und nicht als elastische Fasern? Neuere Untersucher sprechen sie einfach als dorsale Muskelfasern an, wie Vogt, ohne jedoch eine Begründung zu geben oder aber den Bau zu schildern.

Was mich dazu führt, diese Fasern als muskulös in Anspruch zu nehmen, ist folgendes. Ihr Bau, den ich sofort zu beschreiben habe, stimmt ganz überein mit den in den Cirrhen auftretenden Fasern, und diese sind unzweifelhaft muskulös. Wir sehen, wie sich die Ranken mit Hilfe dieser Fasern bewegen, krümmen und sich mit ihren scharfen Krallen an Gegenständen festzuhalten imstande sind. Auch an den Schnittpräparaten sehen wir die verschiedensten Kontraktionszustände vor uns. Joh. Müller[1]) hat diese Fasern als Interarticularsubstanz bezeichnet, indem er den Cirrhen jede Muskulatur absprach, wie er auch die dorsalen Muskelgruppen der Arme nur als Gelenknähte auffaßt.

Jickeli hat in der schon mehrfach citierten vorläufigen Mitteilung den Cirrhen Muskelfasern zugeschrieben und diese ebenfalls als Spindelzellen geschildert. Seine weiteren Angaben aber über Schrägstreifung kann ich ohne Abbildungen nicht verstehen.

---

1) Joh. Müller, in: Abhandl. d. Berl. Akad. 1841.

Isoliert man die dorsalen Muskeln, so erhält man Fasern, wie sie Fig. 7 auf Taf XXII zeigt. Die Fasern sind bis 0,4 mm und darüber lang und sind kontraktile Faserzellen. Die Zelle ist an zwei Polen spindlig ausgezogen und an den Enden pinselförmig zerfasert, was bei den braunen glatten Dorsalfasern nicht der Fall war. In den Cirrhen sind diese Faserzellen kleiner, wie Fig. 10 auf Taf. XXII erkennen läßt, welche isolierte Cirrhen-Muskelfasern von Anted. rosac. wiedergiebt. In Fig. 5 ist ein Querschnitt durch einen Cirrhus gezeichnet, welcher durch die Muskulatur — deren Lage auch aus dem Längsschnittbild in Fig. 4 sich erkennen läßt — hindurchgeht. Außer den mit *qu* bezeichneten, der Länge nach verlaufenden Fasern finden sich an den Seiten schräg verlaufende, deren Bau jedoch derselbe ist.

Die einzelnen Faserzellen sind zumeist zu Bündeln vereinigt, wie Fig. 11, Taf. XXII zeigt. An ihren Enden strahlen sie wie die dorsalen Fasern der Arme pinselförmig aus. Bei Actinometra pulchella können diese Muskelfasern in den Armen eine Länge von 0,5 mm, in den Cirrhen von 0,2 mm erreichen.

Ob man die Fasern in den Syzygien — das sind die Nahtverbindungen, welche zwei Armglieder an Stelle der Muskulatur verbinden können — ebenfalls für muskulös erklären will oder nicht, das hängt gänzlich vom Belieben ab. Eine strenge Grenze zwischen elastischer Faser und kontraktiler Spindelzelle kann ich nicht auffinden. Natürlicher erscheint es mir aber, wenn man die Armnähte als nur aus elastischen[1]) Fasern bestehend ansieht, denen allerdings ein gleicher Bau zukommt wie den kontraktilen Faserzellen.

4. Die Bindesubstanz.

An denjenigen Stellen, an welchen Kalkplatten sich in der Intercellularsubstanz entwickelt haben, erhält man nach Entfernung derselben die Bilder, welche uns aus der Untersuchung der Ophiuren, Asteriden bekannt sind. Wir können diese Modifikation der Bindesubstanz mit Haeckel als Chlatralgewebe bezeichnen. Es zeigt sich bei den Crinoiden in verschiedener Ausbildung. Im einen Fall wird das Netzwerk von wenigen mit einander eng verbundenen Fibrillen gebildet, wobei dieselben als Fortsätze von sternförmigen Zellen, welche in den Knotenpunkten des Maschenwerkes liegen, anzusehen sind. Im anderen Fall ist

1) Vergl. Joh. Müller, Über den Bau des Pentacrinus caput medusae, Abhandl. d. Berl. Akad. 1841.

das Netzwerk sehr entwickelt, und die Lücken, in denen der Kalk abgelagert war, sind von geringer Ausdehnung. Dann lassen sich die Fibrillen in der unverkalkt gebliebenen Grundsubstanz leicht nachweisen, indem sie bald diese ganz verdecken, bald nur in geringer Menge vorhanden sind.

Am besten läßt sich der Zusammenhang der Fibrillen mit Zellen in der Wandung des Enddarmes nachweisen. In der gallertartigen Grundsubstanz, welche mehr oder weniger fein granuliert erscheint, liegen spindlige und sternförmige Zellen. Ihre Fortsätze strahlen nach den verschiedensten Seiten durch die Grundsubstanz und treten an einzelnen Punkten in Verbindung untereinander. Sobald die Fibrillen in einer Richtung parallel zu einander verlaufen, erhält das Gewebe, wenn die Fibrillenmasse zunimmt, eine knorpelähnliche Konsistenz, wie teilweise die innere Schicht der Cutis dies erkennen läßt.

Amöboide Plasmazellen sind bei allen Formen vorhanden und an einzelnen Punkten zahlreich angehäuft. Bei Antedon Echrichti treffen wir in den Armen 0,01 mm große Zellen an, welche bald einen, bald mehrere Fortsätze zeigen, bald mehr kuglig gestaltet sind. Ein kreisrunder Kern von 0,002 mm Größe liegt in der gekörnten Zellsubstanz. Bei Anted. rosac. färbt sich die Zellsubstanz nicht, sondern läßt nur ein Netzwerk erkennen, in welchem der tief tingierte Kern liegt. Diese Angaben gelten für mit Alkohol konservierte und 14 Tage in Chromsäure von $^1/_2$ $^0/_0$ entkalkte Tiere. In der Umgebung des dorsal gelagerten Teiles des mesodermalen Nervensystems treten sie zahlreich auf.

Pigmentzellen, wie frei gelagertes Pigment in Körnchen tritt in der Cutis wie an den verschiedensten anderen Stellen auf.

An dieser Stelle will ich die „kugeligen Körper“ oder Sacculi besprechen, jene Gebilde, über deren Wert wir noch immer im Unklaren sind. Sie finden sich nach W. B. Carpenter, und ich kann dies bestätigen, allein bei der Gattung Antedon vor. Neuerdings haben Vogt und Yung die Meinung ausgesprochen, daß diese Gebilde parasitär seien, niedere Algen. Mir machen sie vielmehr den Eindruck, als handle es sich um ein amorphes Sekret. Dafür spricht auch die verschiedene Gestaltung. Bald liegt eine Anzahl kugliger Ballen eng aneinander, von denen jeder wieder in kleinere Kugeln, oder ovale Körperchen zerfallen kann. Entfernt man diese Exkretballen, so bleibt ein Hohlraum in der Bindesubstanz zurück, welcher von einer Membran ausgekleidet

wird. Die Untersuchung am frischen Material kann allein die Funktion dieser Ballen erkennen lassen.

Eine eigentümliche Modifikation der Bindesubstanz finde ich bei Actinometra. CARPENTER [1]) spricht von Hohlräumen in der Bindesubstanz der Pinnula. In Fig. 4, S. 113 und Fig. 5, S. 121 bildet er dieselben ab. Es handelt sich nun nicht um leere Hohlräume, sondern vielmehr um Zellenanhäufungen von eigentümlicher Gestalt.

Im Kelch von Actinometra pulchella treten auf der Rückenseite wie an den Seiten der Arme, auch unterhalb des Epithels des After-Schornsteines Zellenklumpen auf, als helle, mehr oder weniger eiförmige Gebilde. Diese Zellen, welche zu etwa fünf bis mehr zusammenliegen, trifft man unmittelbar unter dem Körperepithel, wie Fig. 14 auf Taf. XXIII zeigt. Die einzelne Zelle stellt eine Blase dar, welche eine dünne Membran besitzt, in welcher die Zellsubstanz eingeschlossen ist. Erfüllt wird die Zelle von einer wasserklaren Flüssigkeit, welche nicht tingierbar ist. Ein kugliger Zellkern liegt mehr oder weniger zentral von wenig Plasma umgeben, welches sich in Gestalt von Pseudopodien nach der Wandung erstreckt und die Anheftung des Kernes besorgt. Eine isolierte Zelle aus einem Klopfpräparat zeigt Fig. 18. Die Wandung erscheint an solchen isolierten Zellen oft stark gefaltet.

Solche Zellhaufen, deren Bedeutung mir noch unklar ist, treten in der Wandung der Pinnulae bei sämtlichen untersuchten Actinometra-Arten auf. Bei der Gattung Antedon habe ich vergeblich nach diesen Zellen gesucht, welche an die sogenannten chordaähnlichen Knorpelzellen der Coelenteraten erinnern. Vielleicht kommt ihnen eine ähnliche Funktion wie diesen Zellen, welche in der Achse der Tentakeln gelegen als Antagonisten der Längsmuskelfasern wirken, indem sie vornehmlich die Ausstreckung des Tentakels besorgen.

Kapitel 8.

Der Darmtraktus.

Der Darmtraktus ist in seinem Verlaufe wie feineren Bau öfter geschildert worden, so daß ich nur da, wo ich neue Daten hinzuzufügen habe, auf denselben näher eingehen werde.

1) P. H. CARPENTER, Challenger-Crinoiden P. 1.

Das Epithel, welches den Darmtraktus auskleidet, setzt sich an der Mundöffnung wie am After in das Körperepithel fort. Es ist nicht im ganzen Verlauf des Darmes dasselbe, wie VOGT und YUNG meinen, sondern im Afterdarm ist der Bau ein anderer.

Auf Längsschnitten durch die Mundöffnung sieht man, wie das Epithel der Wimperfurchen sich direkt in den Schlund fortsetzt. Es besteht aus 0,1 mm langen, haarförmigen Zellen, deren Kerne bald peripher, bald mehr in der Mitte, oder in der Basis der Zellen gelegen sind. Eiförmige, 0,01 mm lange Becherdrüsen, deren Inhalt ungefärbt bleibt, liegen peripher, während eine Nervenfibrillenschicht an der Basis der Zellen verläuft, wie Fig. 11, Taf. XIX zeigt. Isoliert man Zellen dieses Schlundepithels, so sieht man, daß die senkrecht die Nervenschicht durchsetzenden Fasern basale Fortsätze derselben sind, welche bis daher im Gegensatz zu den übrigen Zellen als Stützzellen anzusprechen sind. Die basalen Fortsätze der zweiten Zellform sind viel feiner, reißen leicht ab und verhalten sich im übrigen wie die Nervenfibrillen, zwischen denen sie sich verfolgen lassen.

Unterhalb dieser Epithelschicht liegt eine kaum wahrnehmbare Lage von Bindesubstanz, und hierauf im Schlund eine gut entwickelte Ringsmuskelschicht und das denselben überziehende Coelomepithel. Die Muskelschicht ist nur im Anfangsteil des Schlundes erkennbar, wo das Epithel wulstförmig in das Lumen hervorspringt.

Die Nervenschicht nimmt, je tiefer man im Darme herabsteigt, an Ausdehnung ab und läßt sich im Enddarm mit Sicherheit nicht mehr nachweisen.

Die Zellen des gesamten Darmtraktus, ausgenommen die Afterröhre, flimmern. Eine Cuticula findet sich nicht, es sitzen aber die einzelnen Wimpern mit kurzen Fußstücken den Zellen auf.

Waren die Muskelfibrillen im Anfangsteil des Schlundes in mehreren Schichten zur Bildung eines kräftigen Sphinkter angeordnet, so trifft man sie in Form einer einzigen Lage im übrigen Darm an. Bei Anted. rosacea ist sie schwer wahrnehmbar, bei den größeren Arten gelingt dies jedoch leicht. Bei Actinometra pulchella u. a. ist der Darm aus denselben Schichten aufgebaut und zeigt in seinen verschiedenen Windungen keine Abweichungen. Eine besondere Erwähnung verdient der Endabschnitt, der Afterdarm, oder wie er genannt, die Afterröhre, welche schornsteinartig sich auf der Oberfläche des Kelches erhebt.

Fig. 1, Taf. XXIII zeigt einen Längsschnitt durch die Afterröhre. Dieselbe stellt einen Cylinder dar, welcher in der ungefähren

Mitte bauchig erweitert ist. Die Wandung bietet einen absonderlichen Anblick, indem sie durchbrochen erscheint. Es kommt aber dieses eigentümliche Bild dadurch zustande, daß bei der Bildung der Afterröhre sich nicht nur der Darm, sondern auch die Körperwandung beteiligt, indem dieselbe schornsteinartig emporgehoben den Darm in sich schließt. Am Ende des Gebildes geht die Wandung des letzteren über in die Körperwand.

Die Afterdarmwandung ist mit der Körperwand durch in regelmäßigen Abständen abgehende bindegewebige Stränge oder Septen verbunden. Diese haben sämtlich eine bestimmte Anordnung und Bau, und so kommt das Bild zustande, wie es von A. rosac. Fig. 1 wiedergiebt. Bei anderen Arten dieser Gattung wie bei Actinometra (pulchella) ist die Bildung eine gleiche, so daß das Folgende für alle Crinoiden Geltung hat.

Die Afterwandung. Sie besteht aus denselben Schichten wie der übrige Darm, nur sind dieselben anders entwickelt. Zunächst ist das Epithel nur in der unteren Hälfte mit Wimpern versehen, während diese im übrigen Teil fehlen. Während nun aber die Epithelschicht, welche den Afterdarm auskleidet, an Höhe abnimmt, je näher man der Afteröffnung kommt, desto gewaltiger nimmt die Bindesubstanzschicht zu.

Die Epithelschicht unterscheidet sich im Endteil durch nichts von dem gewöhnlichen Körperepithel, in welches dasselbe auch an der Afteröffnung übergeht. Die Zellen lassen sich schlecht von der Bindesubstanz trennen, während dies bisher im übrigen Darm möglich war. Becherdrüsen sind in reicher Menge vorhanden.

Selbst wenn der Darm vollständig ausgestreckt ist, zeigt er in seiner Wandung Wülste, welche als Längswülste von der Öffnung an bis etwa zur Hälfte des Enddarmes sich verfolgen lassen.

Die Bindesubstanzschicht zeigt bei einem Durchmesser von 0,1 mm spindlige und sternförmige Zellen, die nach allen Seiten die Grundsubstanz durchziehen. Verkalkungen finden sich in ihr bei Anted. rosac. nicht vor.

Die Muskelschicht ist in Gestalt eines kräftigen Sphinkters entwickelt. Fig. 2 auf Taf. XXIII zeigt einen Längsschnitt durch die Darmwandung. Die einzelnen Stränge, welche die Verbindung zwischen derselben und der Körperwand herstellen, bestehen in ihrer Achse aus Bindesubstanz, welche sich einerseits mit der Cutis, andererseits mit der Schicht von Bindesubstanz zusammenhängt, welche nach außen von der Ringmuskulatur in der Darmwandung lagert.

Die Körperwandung, welche den Afterdarm wie eine Röhre umgiebt, zeigt bei unserer Art keine Verkalkungen in ihrer Bindesubstanzschicht. Ihre Schichten gehen an der Afteröffnung in die der Darmwandung über.

Nervenzüge ziehen von dem mesodermalen oralen Nervensystem und zwar von den Seitennerven der Wassergefäße aus und treten in die Bindesubstanzschicht der Afterröhre ein, um hier teils die Haut, teils die Muskulatur zu versorgen.

III. Teil.

Allgemeiner Teil.

Kapitel 1.

Kurze Zusammenfassung einzelner Resultate.

1. Ambulacral-Nervensystem.

Allen Echinodermengruppen kommt ein Nervensystem zu, welches in Gestalt eines Gehirnringes und einer Anzahl (fünf oder mehr) Nervenstämmen als ambulacrales Nervensystem bezeichnet wird. Es liegt dasselbe bei den Asteriden und Crinoiden dauernd in dem Ektoderm, während bei Echiniden, Holothurien und Ophiuren seine Lagerung eine andere ist. Wir finden dasselbe in der Cutis, meist von besonderen Hohlräumen, Schizocoelräumen umgeben.

Bei den Asteriden ist das Epithel, das in den Ambulacralrinnen der Arme liegt, verdickt und setzt sich zusammen aus Sinneszellen (Epithelsinneszellen) und Epithelstützzellen. Zwischen den senkrechten basalen Fortsätzen dieser Zellen verlaufen — in den Armen longitudinal, um die Mundöffnung ringförmig — die Nervenfibrillen mit ihren Ganglienzellen.

In derselben Weise finden wir bei den Crinoiden in den Tentakel- oder Ambulacralfurchen der Kelchoberfläche, der Ventralseite der Arme und der Pinnulae die Nervenfibrillenmasse im Ektoderm dauernd gelagert — wenigstens teilweise. Ein anderer Teil, darauf komme ich weiter unten, liegt mesodermal. Der Schlundring ist bei ihnen rückgebildet und verloren gegangen.

Bei den Ophiuren, bei Holothurien und Echiniden ist der Bau der radiären Nervenstämme und des Gehirnringes ein ähnlicher, indem, wie ich dies an verschiedenen Stellen ausgeführt habe, nicht nur die Nervenfibrillenmasse, sondern auch ein Teil des Epithels der Ambulacralfurchen mit derselben mesodermal zu liegen gekommen ist. Infolgedessen treffen wir Stützzellen auch in diesen Gruppen an, während ein Teil des peripheren Zellbelages unstreitig als Ganglienzellen anzusehen ist. Es ist der

Versuch gemacht worden, die Stützfasern der Epithelzellen der Nervenstämme für Blutkapillaren[1]) zu erklären, eine Erklärung, die schon dadurch zurückzuweisen ist, daß bei den Echiniden eine Blutlakune mit den Nerven nicht in Verbindung steht. Überdies können die Resultate von LANGE[2]) und mir nicht ignoriert werden, denn uns beiden ist es gelungen, die Fortsätze mit dem Zellkörper in Verbindung zu treffen, freilich nicht allein auf Schnittpräparaten, sondern bei der Untersuchung von Isolationspräparaten.

Von größter Wichtigkeit ist die Thatsache, daß die Ambulacralnervenstämme der Ophiuren gegliedert sind und daß sowohl im dorsalen wie ventralen Zellbelag Ganglien vorhanden sind. Die Regelmäßigkeit im Abgange der Nervenzüge, welche von den Nervenstämmen austreten, wurde bei verschiedenen Gattungen beschrieben.

Bei Asteriden und Ophiuren hat LANGE[2]) einen Zellbelag und Fibrillen auf der dorsalen Seite der Nervenstämme beschrieben, welche er für die alleinigen Nerven ansieht. LUDWIG hat diese Meinung zurückgewiesen und ich hatte mich für die Asteriden angeschlossen. Bei der Untersuchung der Ophiuren hingegen bin ich, wie die Darstellung in diesem Hefte zeigt, zu anderen Resultaten gekommen. Eine wiederholte Prüfung meiner Präparate, sowie Anfertigung neuer Schnittserien lehrt aufs unwiderleglichste, daß wie bei den Ophiuren so auch bei den Asteriden dieser dorsale Zellbelag mit seinen Fibrillen nervöser Natur ist. Bei den Holothurien treffen wir ja ebenfalls die gesamte Nervenfibrillenmasse in 2 Gruppen geteilt, indem eine Membran zwischen beiden liegt, wie ich in Fig. 18 und Fig. 19 auf Taf. II, Heft 1 dieser Beiträge abgebildet habe. Diese innere, zentral gelegene Fibrillenmasse entspricht den LANGE'schen Nerven bei Asteriden und Ophiuren, nur findet sich dieselbe bei Synapta nur in den radiären Nervenstämmen, nicht im Gehirnring.

2. Das ambulacrale und mesodermale Nervensystem der Crinoiden und sein Ursprung.

Während bei allen Echinodermengruppen sich ein Nervensystem findet, welches im allgemeinen aus einem Schlundring als Zentralorgan und davon ausstrahlenden Nervenstämmen, den Ambula-

1) SARASIN, Ergebn. nat. Forsch., Ceylon H. 1, 1887, Wiesbaden.
2) LANGE, in: Morphol. Jahrb. Bd. 2, 1876.

cral- oder Radialnervenstämmen sich zusammensetzt, tritt zu diesem Nervensystem bei den Crinoiden noch ein zweites Nervensystem mit einem besonderen Zentralorgan in der Rücken- oder aboralen und ein drittes in der oralen Körperwand. Während aber der dem Ambulacralnervensystem der übrigen Echinodermen homologe Teil epithelial gelagert ist, liegt der letztere im Mesoderm. Er besteht in einem mesodermalen, pentagonalen Schlundring und von ihm ausstrahlenden Nervenästen, von denen je zwei allemal ein Wassergefäß rechts und links begleiten, so daß, da in der Ventralwand der Arme ein solches verläuft, in jedem Arm und jeder Pinnula je zwei Längsnervenäste, welche parallel zur Armachse ziehen, zu liegen kommen.

Von diesen drei Teilen, von denen jeder ein Zentralorgan besitzt — mit Ausnahme des epithelialen Teiles — stehen nur die mesodermal gelagerten in direktem Zusammenhang, wenngleich nicht in Abrede gestellt werden kann, daß beispielweise Nervenfasern eines ventralen epithelialen (ambulacralen) Nerven mit denen eines ventralen, mesodermalen in den Tentakeln in Verbindung treten können.

Es fragt sich nun, sind diese drei Teile gesondert entstanden oder aber ist dieser ihr jetziger Zustand als sekundär aufzufassen.

Was nun den in der aboralen Körperwand gelegenen Teil anlangt, welcher sein Zentralorgan in der um das gekammerte Organ gelegenen Nervenmasse betrifft, so besitzt dieser ein homologes Gebilde bei keiner anderen Echinodermengruppe. Wohl aber kann man sich vorstellen, wie er zur Ausbildung gekommen ist. Daß seine Lagerung im Mesoderm eine sekundäre ist, setze ich voraus. Vielleicht entsteht er noch jetzt ontogenetisch im Ektoblast — wie das ambulacrale Nervensystem der Holothurien [1]). Phylogenetisch leite ich ihn vom Ektoblast ab und weise auf die Asteriden [2]) hin, bei denen ich in der Rückenwand im Epithel Nervenzüge nach allen Richtungen ziehend fand. Denken wir uns diese auch bei Echiniden noch epithelial gelagerten Nervenzüge der Rückenwand in das Mesoderm treten und um das Ende des gekammerten Organes sich gruppieren, so haben wir das dorsale Nervensystem eines Crinoiden zum mindesten als eine Bildung nachgewiesen, welche nicht ganz in der Luft steht, sondern bestimmten Bildungen bei den übrigen Echinodermen entspricht.

Wie aber soll man sich das orale mesodermale Nervensystem mit dem pentagonalen Schlundring und den Längs-

1) Nach SELENKA bei Synapta, vergl. Heft 1 dieser Beiträge.
2) Heft 2 dieser Beiträge.

nerven der Arme und Pinnulae, die sämtlich im Bindegewebe liegen, entstanden denken?

Ich leite diesen Teil des Nervensystems ab vom ambulacralen Nervensystem der Crinoiden und finde einen Beleg dafür darin, daß das letztere nur noch rudimentär sich im Epithel erhalten hat. Es fehlt dem ambulacralen Nervensystem, welches als Längsnervenstämme in den Tentakel(Ambulacral-)rinnen der Arme und Pinnulae auftritt, ein Zentralorgan, das heißt ein Schlundring, wie ich mit JICKELI (und VOGT) gegen LUDWIG u. a. konstatieren muß. Die ambulacralen Längsnervenstämme verlaufen gegen die Mundöffnung und ordnen sich nicht kreisförmig um diese an, sondern steigen in der Wandung des Schlundes herab, indem sie sich in dieser ausbreiten und so eine gemeinsame Schicht bilden.

Aber nicht nur das Zentralorgan ist verloren gegangen, auch die ihre Lagerung im Epithel beibehalten habenden ambulacralen Nervenstämme sind sehr gering entwickelt im Vergleich mit den homologen Nerven der übrigen Echinodermen.

Ich nehme deshalb an, daß der mesodermale pentagonale Schlundring aus dem Epithel — in welchem er vielleicht noch ontogenetisch entsteht — in das Mesoderm zu liegen gekommen ist und seine Verzweigungen in ähnlicher Weise entstanden sind, wie die eigentümlichen, in bestimmten Intervallen aus den Ambulacralnerven einer Ophiure austretenden Intervertebralnervenäste, welche ich im ersten Teile dieses Heftes geschildert habe. Während die letzteren aber noch in Zusammenhang geblieben sind mit ihrer Ursprungsstätte, haben sie bei den Crinoiden diesen aufgegeben. Es ist demnach meiner Ansicht nach das von mir als das ventrale (orale) Nervensystem geschilderte Organ vom Ambulacralnerv herzuleiten; für eine gesonderte Entstehung, welche a priori nicht unmöglich wäre, spricht aber nichts. Ebensowenig ist man gezwungen, eine solche für das dorsale System anzunehmen.

Für eine solche Ableitung spricht noch weiter die Übereinstimmung im Bau, welchen die drei Teile zeigen. In allen drei Teilen, in ihren Zentralorganen wie den peripheren Verzweigungen, sehen wir die gleichen Nervenfibrillen und Ganglienzellen, welche zu Bündeln angeordnet sich verästeln, ohne daß etwa die Fibrillen irgendwo sich zu höheren Einheiten wie Nervenfasern sonderten. Während zwischen dem epithelialen, ambulacralen Nervensystem und den übrigen Teilen ein direkter Zusammenhang nicht besteht,

so ist ein solches zwischen dem ventral und dorsal gelagerten vorhanden, wie ich oben schilderte.

3. Das periphere Nervensystem und die Sinnesorgane.

Die Untersuchungen über das periphere Nervensystem werden über mehr Arten, als mir zur Verfügung standen, ausgedehnt noch viele schöne Resultate ergeben.

Bei den Asteriden habe ich in der Dorsalwand nach den verschiedenen Richtungen verlaufende, auf dem Querschnitt kreisrund erscheinende Nervenzüge gefunden, welche sämtlich epithelial angeordnet waren. Ich habe solche bereits 1883 [1]) beschrieben und bin dann ausführlich auf diese Nervenzüge im ersten Heft zurückgekommen. Ihre Ganglienzellen wie ihr Verlauf finden sich ebenda (Heft 1, pag. 9—11) geschildert. Als besondere Sinnesepithelien wurden die Enden der Füßchen der verschiedensten Arten gefunden. Epithelsinneszellen konnten nachgewiesen werden. Bei Holothurien, Ophiuren, Echiniden und Crinoiden ist der Zusammenhang der Nerven, welche ja ihre epitheliale Lagerung aufgegeben haben, mit dem Epithel nur noch an besonderen Körperstellen erhalten geblieben; an diesen Stellen aber sind ebenfalls Epithel-Sinneszellen nachweisbar [2]).

Bei Synapta digitata traf ich überall in der Haut zerstreut Tastpapillen an, zu welchen Nervenzüge von den Längsstämmen traten. Weiter konnte ich auf der Innenseite der Tentakeln eigenartige Sinnesorgane, die ich als Sinnesknospen aufführte, nachweisen [3]). Die Baur'schen Gehörbläschen war ich nicht so glücklich am lebenden Tier untersuchen zu können. Ich hatte das mit Säuren konservierte Material vor mir und fand die Gehörsteine nicht auf. Glücklicher ist Semon [4]) gewesen, welcher dieselben in Neapel untersuchen konnte und sie als zweifellose Gehörorgane erkannte. Somit wären wir auch über diese Organe jetzt im klaren, deren Funktion so lange eine bestrittene war.

---

1) Diese in der Zeitschr. f. wiss. Zoologie, Bd. 39, 1883 erschienenen beiden Abhandlungen tragen denselben Titel wie diese Beiträge, enthalten aber teilweise Resultate, welche hier nicht wieder aufgenommen sind. Das Gleiche gilt von den Abbildungen.

2) Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 39, 1883.

3) Heft 1 dieser Beiträge.

4) Semon, Beiträge zur Naturgeschichte der Synaptiden des Mittelmeers, in: Mitteilung. d. zoolog. Stat. Neapel, Bd. 7, 1887.

Bei den Crinoiden fand ich ebenfalls Nervenendigungen im Epithel der Haut, wie auch die Sinnesknospen auf den Tentakeln als Sinnesorgane mit JICKELI[1]) erkannt wurden.

Eine reiche Ausbeute von Nervenendigungen boten die Echiniden, indem ich auf den Pedizellarien Sinnesorgane in verschiedener Bildung auffand. Am Fuße jedes Tentakels wurde ein Nervenring beschrieben, ebenso wie an der Basis der Sphäridien.

Bei den Ophiuren ist das periphere Nervensystem geradezu unerhört entwickelt, wie man schon aus den physiologischen Untersuchungen von PREYER[2]) erwarten durfte. Besondere Sinnesknospen konnten bei Ophiotrix beobachtet werden. Sie stehen auf den Tentakeln in großer Anzahl. Die Nervenendigungen im Epithel gleichen den bei Crinoiden gefundenen.

Als besondere Sinnesorgane müssen die Füßchen in allen Gruppen gelten. Besonders aber die Rückenfüßchen der Holothurien, beispielsweise von Holothuria Polii[3]), wo ich sie früher beschrieben habe.

Ebenso ist der Fühler der Asteriden, den ich bei den Echiniden wiederfand, als Sinnesorgan in Betracht zu ziehen. Augenflecke fanden sich nur bei Seesternen vor, den Seeigeln mangeln sie, wie auch P. u. F. SARASIN[4]) gefunden haben (siehe Anhang dieses Heft).

4. Das Nervensystem im Darmtraktus.

Bei allen Gruppen fand ich ein Nervensystem im Darm vor, welches epithelial gelagert war. Nervenfibrillen und Ganglienzellen setzen dasselbe zusammen. Ein Zusammenhang mit dem Schlundring wurde in allen Fällen (Ausnahme Crinoiden) gefunden.

Die Elemente, welche das Nervensystem bilden, sind die Nervenfibrillen und die Ganglienzellen. Die ersteren sind feinste Fibrillen, welche auf dem Querschnitt punktförmig gestaltet sind. Sie laufen meist parallel zueinander.

---

1) Zoolog. Anzeiger, Jahrgang 7, 1884.

2) PREYER, Über die Bewegungen der Seesterne, eine vergl. physiolog.-psycholog. Untersuchung, in: Mitteil. d. zool. Stat. Neapel, Bd. 7, 1. u. 2. Hälfte. Auch separat, Berlin 1886.

3) HAMANN, Abbildungen Taf. 20, Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 39, 1883, ebenda, Text pag. 309.

4) P. u. F. SARASIN, Die Augen und das Integument der Diadematiden, in: Ergebn. naturw. Forschung, Ceylon, Bd. 1, 1887.

Die Ganglienzellen sind hüllenlos und kommen in den verschiedensten Größen vor. Unipolare Zellen fand ich bei Crinoiden. Bi- und multipolare kamen allen fünf Gruppen zu.

Das Wassergefäßsystem.

In allen Gruppen besteht dasselbe aus einem Ringkanal und radiären Stämmen, sowie einem Zuführungskanal, dem Steinkanal und Madreporenplatte. Bei den Crinoiden ist die letztere zwar nicht vorhanden, aber wir haben Porenkanäle, welche die Haut durchbrechen und allerdings nicht direkt in den Steinkanal führen, sondern in oberflächlich gelegene Hohlräume des Enterocoels münden. Aus diesen Räumen nehmen die Steinkanäle die Flüssigkeit auf, um sie in das Wassergefäß zu führen.

Die Poren der Madreporenplatte sind stets offen. Muskeln zum Verschluß desselben fehlen.

Bei Asteriden, Echiniden und Ophiuren führen sämtliche Porenkanäle in den Steinkanal, nicht in benachbarte Räume. Nach einer kurzen Mitteilung von DURHAM [1]) sollen Porenkanäle in den schlauchförmigen Kanal sich öffnen. Ist letzterer nun ein Schizocoelhohlraum, so würde dieser mit der Außenwelt somit kommunizieren. Diese Angabe gilt für Cribrella ocellata. Welche Bewandnis es mit dieser Beobachtung hat, werden hoffentlich bald neue Untersuchungen zeigen.

Daß bei den Holothurien Steinkanal und Madreporenplatte in Ein- oder Mehrzahl zukommen, und daß diese denselben feineren Bau wie in den übrigen Gruppen zeigen, habe ich ausführlich dargelegt. Meist hat die Madreporenplatte den Steinkanal an seinem Anfangsteil umwachsen (vergl. Heft 1).

Ein großes Interesse bieten die Klappeneinrichtungen dieses Systems. Bei Asteriden waren sie schon länger bekannt. Bei Synapta digitata fand ich Semilunarklappen, wie ich dieselben nannte, am Eingange in die Tentakelkanäle. Ihr Vorkommen wie ihre Funktion sind von SEMON [2]) bestätigt worden.

Den Ophiuren wie den Crinoiden fehlen die Klappen. Sie werden durch quer ausgespannte Muskelfasern, welche das Lumen der Gefäße durchziehen, ersetzt.

---

1) DURHAM, Madreporite of Cribrella ocellata, in: Proc. Roy. Soc., Bd. 43, 1888.

2) SEMON, Beiträge zur Naturgeschichte der Synaptiden des Mittelmeeres, pag. 405, in: Mitt. Zool. Stat. Neapel, Bd. 7, 1887.

Die Geschlechtsröhren.

In einer besonderen Abhandlung [1]) habe ich gezeigt, wie allen fünf Echinodermengruppen Genitalröhren zukommen, in denen Urkeimzellen sich befinden, welche an bestimmten Stellen reifen. Diese Reifungsstätten sind die Geschlechtsorgane.

Das Crinoiden, Ophiuren, Asteriden und Echiniden (Holothurien?) Gemeinschaftliche ist folgendes:

In allen Gruppen finden sich Kanäle, die Genitalröhren, und zwar bei den Crinoiden in den Armen gelegen, bei Ophiuren teils in der Rückenwand, teils in den Wandungen der Bursae, bei Asteriden und Echiniden in der Dorsalwand der Scheibe.

Diese Genitalröhren liegen in einem Bindegewebsseptum, in dessen Maschen in Lücken und Spalten die Blutlakunen lagern. Das Septum selbst hat stets seine Lagerung in Schizocoelräumen (Fig. 5 von einer Ophiure, Fig. 9 von einem Crinoiden, Fig. 15 von einem Asteriden, auf Taf. XX ebenda.

Der Inhalt der Genitalröhren besteht in allen Gruppen aus ungefähr 0,008—0,01 mm großen Zellen, den Urkeimzellen, welche amöboid beweglich sind, und eine sich nur sehr wenig färbende Zellsubstanz besitzen. Der Kern, 0,005—0,007 mm groß, stellt sich als ein helles Bläschen dar, in welchem ein schön entwickeltes Netzwerk, welches sich mit Karmin meist sehr tief färbt, zu erkennen ist.

Eine Verschiedenheit läßt sich zwischen den einzelnen Echinodermengruppen nur insofern konstatieren, als die Reifungsstätten dieser Urkeimzellen, oder, wie man auch sagen kann, die Reifungsstätten von Ei und Samenzelle an verschiedenen Orten im Körper gelagert sein können.

Bei Crinoiden sahen wir die Urkeimzellen in den Pinnulis reifen, seitlichen Ausstülpungen der Genitalröhren. Bei den Ophiuren aber treten unsere Zellen in die Wandungen der Bursae, Einstülpungen der ventralen Körperwand, und differenzieren sich hier zu Eiern und Spermazellen.

Bei Asteriden und Echiniden endlich sehen wir Ausstülpungen der Genitalröhren, welche zu den Geschlechtsschläuchen, später großen traubigen Organen, werden. Die letztgenannte Gruppe, die

1) Hamann, Die wandernden Urkeimzellen und ihre Reifungsstätten bei den Echinodermen, in: Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 46, 1887.

Echiniden, denen sich vielleicht hierin noch die Holothurien anschließen, verlieren die Genitalröhren späterhin und das erwachsene Tier besitzt keine Bildung, welche an sie erinnern könnte.

Die Muskulatur.

Glatte wie quergestreifte Muskelfibrillen trafen wir an. Dazu kommen die eigentümlich schräg gestreiften Fasern der Ophiuren.

Epithelmuskelzellen konnte ich bei Holothurien, Asteriden und Crinoiden nachweisen. Es sind solche Zellen außer bei den Coelenteraten selten beschrieben worden. In neuester Zeit hat Eisig[1]) solche bei den Capitelliden, und zwar in der Darmwandung aufgefunden.

Die Muskulatur ist teils epithelialen, teils mesenchymatösen Ursprunges. Der ausgebildeten Muskelfaser kann man nicht mehr ihren Ursprung ansehen. Den glatten Fasern, welche stets eine Längsstreifung und dieser entsprechend einen Zerfall in feine Fibrillen zeigten, lag der Kern der Bildungszelle außen auf, oft von nur wenig Plasma, dem Rest derselben, umgeben. Neben diesen Zellen kommen bei Crinoiden spindlige Muskelfasern vor, so in den Armen wie den Pinnulae und Cirrhen.

Das drüsige Organ (sog. Herz).

Zunächst ist das negative Resultat hervorzuheben, daß dieses Organ ein Zentralorgan des Blutlakunensystems nicht ist. Niemals sind Muskelfasern in der Wandung vorhanden.

Über die Funktion dieses Organes mit voller Sicherheit etwas anzugeben, ist zur Zeit unmöglich. Es ist aber besser dies anzuerkennen, als ihm die verschiedensten Funktionen zuzuschreiben, welche der rein subjektiven Meinung der Autoren entspringen. Das Einzige, was mit Bestimmtheit ausgesagt werden kann, ist, daß das Organ einen drüsigen Bau besitzt. Vornehmlich gilt dies für die Crinoiden.

Von Bedeutung ist der Zusammenhang zwischen ihm und den Genitalröhren, welchen ich bei Asteriden beschrieben habe und welcher auch bei den Crinoiden nachweisbar ist.

Die Schizocoelbildungen.

Ein sehr ausgebildetes Hohlraumsystem kommt den Asteriden zu, welches sich in Gestalt von Lücken und Spalten in der Bindesubstanz anlegte. Sowohl in der Rückenwand wie in der Bauch-

---

1) Eisig, Die Capitelliden, in: Fauna u. Flora d. Golfes v. Neapel, 16, Monographie, 1887, Berlin.

wand finden wir dasselbe entwickelt, in letzterer in Gestalt von Längskanälen in den Armen als Perihämalkanäle. Bei den Ophiuren treffen wir diese Schizocoelräume ebenfalls an, wenn auch in geringerer Ausdehnung, wie KOEHLER[1]) in ausgezeichneter Weise geschildert hat. Bei den Crinoiden sind als solche Räume die unter den Ambulacralnerven gelegenen Längskanäle anzusehen.

Der Zusammenhang dieser Räume und ihr Verhalten zu den Blutlakunen ist in Heft 3 ausführlich geschildert worden. Immer liegen die Blutlakunen der Körperwand in solchen Schizocoelräumen eingeschlossen, so bei Asteriden, Echiniden und Ophiuren.

Die Bindesubstanz.

Neben den fixen spindligen oder sternförmigen Zellen, welche in der Intercellularsubstanz liegen, sind amöboide Zellen vorhanden, welche ich als Plasmawanderzellen beschrieben habe. Ihre Bewegungen in der Bindesubstanz sind ausführlich bei den Holothurien (Heft 1) untersucht worden. Es lassen sich diese Zellen, welche oft eigenartige Einschlüsse bergen, nicht deutlich von den in der Blutflüssigkeit vorkommenden Zellen unterscheiden. Übergänge sind zwischen beiden vorhanden, eine Thatsache, welche auch SEMON[2]) bestätigt hat.

Was die Fasern, welche die Grundsubstanz durchziehen, anlangt, so sind diese entweder sämtlich noch nachweisbar in Zusammenhang mit den spindligen oder sternförmigen Zellen oder doch als Ausläufer derselben anzusehen, wie besonders die Beobachtungen an jugendlichen Tieren lehren.

Auf die verschiedenen Modifikationen dieses Gewebes, dessen Grundsubstanz ja verkalken kann, weise ich an dieser Stelle nur hin. Bei Schilderung der einzelnen Gruppen sind diese hinreichend erörtert.

Kapitel 2.

Zur Stammesgeschichte.

Mein anfänglicher Entschluß, die Phylogenie der Echinodermen in umfassender Weise zu bearbeiten, ist im Laufe der Unter-

1) KOEHLER, Recherches sur l'appareil circulatoire des Ophiures, in: Ann. Sc. nat. zool., Bd. 7, 1887.

2) SEMON, Beitr. z. Naturgesch. d. Synaptid. d. Mittelmeeres, in: Mitt. zool. Stat. Neapel, Bd. 7, 1887.

suchungen ins Wanken gekommen. Mehr und mehr kam ich zu zu der Überzeugung, daß eine Darlegung der Stammesgeschichte nur zu sehr rein subjektiver Natur sein würde, und viele der einzelnen Thatsachen sich bald so, bald so verwerten lassen. Nur in einem Punkte bin ich jetzt noch größerer Überzeugung, daß die Asteriden mit den Echiniden in Zusammenhang stehen und letztere von ersteren ableitbar sind. Ja, daß erst, wenn wir dieses thun, uns die Organisationsverhältnisse der Echiniden vollständig verständlich werden. Die Holothurien sind mir noch immer Formen, welche rückgebildet sind und für deren Ursprung von den Echiniden aus Manches spricht, während ich die Crinoiden für die höchst organisierten Formen und ebenso die Ophiuren für eine Gruppe halte, welche mit den übrigen in keiner näheren Beziehung stehen, als daß sie insgesamt von Vorfahren herzuleiten sind, welche den Enterocoel-Würmern verwandt, bereits ein Wassergefäßsystem, eine Leibeshöhle, ein ektodermales Nervensystem und bestimmte Kalkplatten besaßen.

Meine Ansicht über den Ursprung der Crinoiden und ihre Beziehungen zu den übrigen Echinodermen habe ich bereits in Heft 3 dieser Beiträge dargelegt; dort sagte ich, nachdem ich auf die Unmöglichkeit hingewiesen hatte, die Crinoiden als die Stammgruppe der Echinodermen anzusehen. Unser jetziger Standpunkt kann nur der sein, daß auf der einen Seite die Crinoiden stehen, auf der anderen die Asteriden, von denen aus ohne Zwang sich die Echiniden bearbeiten lassen, und endlich die Holothurien. Die Ophiuren stellte ich [1]) weiter in die Nähe der Crinoiden, und wies darauf hin, daß dieselben mit den Asteriden unmöglich zu einer Gruppe vereinigt werden könnten.

Es ist unterdessen eine Abhandlung von SEMON [2]) erschienen, in welcher unsere Kenntnisse über die Entwickelung der Synapta in vielen Beziehungen bereichert worden sind. Ein zweiter Teil der Arbeit beschäftigt sich mit der Stammesgeschichte der Echinodermen. Diesem Teil kann ich unmöglich in allen Stücken beistimmen, da die in ihm ausgesprochene Hypothese — so anschaulich und klar sie auch hervorgetragen wird — sich nicht mit den Thatsachen vereinigen läßt und ihr Autor gezwungen ist,

1) Vorläuf. Mitteilung zur Morpholog. d. Ophiuren, in: Nachricht. d. königl. Gesellsch. d. Wissensch. u. d. Georg-Augustis-Universität Göttingen, No. 14, 1887, Sitzg. 2. Juli.

2) SEMON, die Entwicklg. d. Synapta digitata u. d. Stammesgesch. d. Echinodermen, in: Jen. Zeitschr. f. Naturw., Bd. 15, 1888.

beispielsweise die Berechtigung zur Homologisierung der Platten, zu bestreiten.

Semon stellt in Erinnerung an die Gastraea eine hypothetische Pentactaea auf, welche als Stammform der Echinodermen gelten muß. Dieses Stadium wird durch die Pentactulalarve, in welcher er „einen allgemein wichtigen, unverfälschten Entwickelungszustand“ erblickt, von allen Echinodermen ontogenetisch rekapituliert. Diese Pentactulalarven zeigen an und für sich nichts, was man als cenogenetische Bildungen deuten könnte. Dieses Pentactulalarvenstadium, folgt auf das „dipleure“ Larvenstadium, indem dieses durch Ausbildung von fünf Tentakeln, Primärtentakeln benannt, die bilateral-symmetrische Gliederung mit der radiären Gliederung zu vertauschen beginnt. Auf dieses Stadium konvergieren die abweichenden dipleuren Larven, um dann wieder divergente Entwickelungswege einzuschlagen. Die Pentactula wird definiert als ein Geschöpf, dessen vorderer Körperpol durch die Mundöffnung bezeichnet wird, um welche fünf Tentakel stehen. Diese sind fünf Ausstülpungen des Wassergefäßringes, der den Schlund umkreist. Überzogen werden sie von dem Sinnesepithel der äußeren Haut. Es besitzt dieses Stadium weiter den primären Steinkanal, welcher als Kanal vom Ringkanal aus durch die Körperoberfläche, den Rückenporus nach außen mündet. Ein Nervenring mit fünf Nerven zu den Primärtentakeln ist vorhanden. Beide Teile liegen im Ektoderm, ihrem Ursprungsort. Durch den auf der Ventralseite der ehemaligen Larve liegenden After mündet der Darm nach außen. Er liegt bald entfernt, bald nahe am Mund, oder gar am hinteren Körperpol. Zwischen der Körperwand und dem Darm liegt die Leibeshöhle, die aus paarigen Darmaussackungen entstanden ist.

Es fragt sich nun, ist eine Berechtigung vorhanden, eine Stammform — Pentactaea — anzunehmen, welche der Pentactula in den meisten Stücken gleicht, und vorher: giebt es überhaupt ein solches Pentactulastadium in allen Gruppen, und wenn dies der Fall ist, ist dasselbe nicht cenogenetisch verändert?

Zunächst hebe ich hervor, daß meiner Meinung nach unsere Kenntnisse über die Entwickelung der Echinodermen noch so geringe sind, daß die Feststellung eines Pentactulastadiums und einer Pentactaea verfrüht erscheinen und daß eine solche Betrachtung allzu schablonenhaft erscheint. Daß es einen großen Teil der Schwierigkeiten überwinden heißt, wenn man die Asteriden, Echiniden, Holothurien, Ophiuren und Crinoiden

sämtlich als divergente Äste aus einer konstruierten Urform herleitet, leuchtet ein, nur verzichtet man dann darauf, die merkwürdigen Übereinstimmungen zwischen einzelnen Gruppen, wie Asteriden, Echiniden und Holothurien, zu erklären — oder man nimmt, wie es SEMON thut, an, daß diese nur zufällige seien und leugnet die Homologieen ab.

Giebt es überhaupt ein Pentactulastadium in allen Gruppen? Ich muß das verneinen — denn die Bildungen, welche für ein und dasselbe Stadium erklärt werden, sind verschiedene und zeigen unzweifelhaft Modifikationen.

Um zu zeigen wie ein Echinide (GÖTTE, BALFOUR) aus der sogenannten Pentactula entsteht; muß sich diese zurückbilden, sie muß ihre Tentakel samt den Nerven auf diesen wie die Wassergefäße verlieren! Und nun sind nach SEMON die späteren fünf Nervenstämme, fünf Wassergefäße, fünf Schizocoellängskanäle der Echiniden, Bildungen, welche nichts zu thun haben mit den gleichen fünf (oder mehr) ambulacralen Nervenstämmen, fünf Wassergefäßen, fünf Schizocoellängskanälen der Asteriden, Holothurien, Crinoiden und Ophiuren! Daß die Nervenstämme in allen Gruppen so übereinstimmend gebaut sind, daß sie bei Echiniden ebenso in Schizocoelräumen liegen wie bei den Ophiuren, alles dies müssen wir als Zufälligkeiten erklären, gerade wie die Bildungen der Kalkplattensysteme! Daß die Radiärnervenstämme mit einem Fühler enden, dem Fühler der Asteriden an der Spitze der Arme, welcher die Intergenitalplatte der Echiniden durchbohrend sich hier wiederfindet, müssen dann ebenfalls reine Zufälligkeiten sein.

Diese Ansicht, daß die radiären Nervenstämme und Wassergefäße der Echiniden und Holothurien denen der Asteriden und Ophiuren nicht homolog und gänzlich anderer Natur seien, hat GÖTTE [1]) zuerst ausgesprochen. Aber ebensowenig wie sich die in derselben Abhandlung verteidigte Ansicht von der entodermalen Entstehung des ambulacralen Nervensystems bewahrheitet hat [2]), ebensowenig kann diese auch von BALFOUR [3]) bereits zurückgewiesene Anschauung, welche auf MÜLLER's und KROHNS ältere,

1) GÖTTE, Vergl. Entwickelungsgesch. der Comatula, in: Arch. f. mikr. Anat., Bd. 12, 1876.

2) Vergl. die Darstellung von SEMON, welcher die ektodermale Entstehung nachweist.

3) BALFOUR, Handbuch der vergleichend. Embryologie, Bd. 1, 1880.

aber in manchen Punkten durchaus falsche Beobachtungen sich stützte, irgendwelche Geltung haben.

Diejenigen fünf Ausstülpungen, welche um die Mundöffnung der sog. Pentactula gelegen sind und als Primärtentakel bezeichnet werden, sind somit keineswegs gleichartige Bildungen. Auch liegt gar kein Grund vor, diese Larve als palingenetische aufzufassen Im Gegenteil zeigt, daß diese Larvenform Rückbildungen durchmachen muß, um zum Echinid zu werden, daß cenogenetische Veränderungen ihren Bau bedingt haben müssen. Weiter sollen die Holothurien sich von den übrigen Gruppen dadurch unterscheiden, daß ihre Körperwassergefäße adradial, nicht radial liegen. Um zu diesem Resultat zu kommen, werden die primären Ausstülpungen der Hydrocoelröhre — welche nicht zu den Wassergefäßen werden, den Primärtentakeln der übrigen, welche zu solchen werden, gleichgestellt. Als ob es auf den Zeitpunkt allein ankomme, in dem sich ein Organ anlegt. Wie oft ist dieser in der Ontogenie verschoben! Die Primärtentakeln der Holothurien sind für mich noch immer sekundäre Bildungen und nur die Ausstülpungen, welche zu den radiären Wassergefässen werden, sind homologe Bildungen.

So steht sich hier Behauptung Behauptung gegenüber. Auf der einen Seite das Bestreben, nach unseren geringen Kenntnissen ein Schema zurecht zu machen, auf der anderen das Geständnis, daß unsere jetzigen Kenntnisse über die Echinodermenentwickelung anerkanntermaßen dürftige sind und die Forderung mit so weit gehenden Hypothesen — mit denen der Wissenschaft ganz und gar nicht gedient sein kann — zurückzuhalten.

Eins aber, meine ich, wird uns durch die Pentactulahypothese deutlich vor die Augen geführt, uns zu hüten bei Fragen nach der Verwandtschaft der Tiere allzuviel Gewicht auf die entwickelungsgeschichtlichen Thatsachen zu legen, vielmehr den anatomischen Bau der Tiere mehr zu berücksichtigen. Ein Weg, welcher schließlich dazu führt, die Homologien der fünf radiären Wassergefäße, der radiären Nervenstämme, der Echinodermen zu leugnen, kann doch unmöglich der richtige sein!

Wenn wir aber die Übereinstimmung sehen, welche sämtliche Echinodermen beispielsweise in der Bildung der Genitalröhren zeigen, so wird man annehmen müssen, dass eine solche Bildung samt ihren Schizocoelräumen und Blutlakunen nur von einer

Urform vererbt sein kann, ebenso wie die Bildungen der Kalkplatten. Wer freilich annehmen will, daß ein und dieselbe kompliziertе Bildung so und so oftmals von neuem entsteht, mit dem ist nicht zu rechten.

Was die Homologieen der Kalkplatten anlangt, so sind die berühmten Untersuchungen LOVÉN's und die nicht minder klaren und ausgezeichneten Resultate P. H. CARPENTER's diejenigen, welche heutzutage in Geltung sind. Freilich hat SEMON Recht, wenn er sagt, daß die Frage noch gar keiner ernstlichen Diskussion unterzogen sei, ob echte Homologieen vorhanden seien. Das gelte als ausgemacht. Wer je sich mit diesen Bildungen beschäftigt hat, für den gelten die Homologieen allerdings für ausgemacht.

Wird man einmal so weit sein, eine Grundform aufzustellen, von welcher aus einzelne Gruppen, wie Crinoiden, Ophiuren und Asteriden sich entwickelt haben könnten, so dürfte dieser gewiß bestimmte Kalkplatten als das erste zuerkannt werden müssen. Ob es je freilich gelingen wird, aus den embryologischen Thatsachen sowie den vergleichend anatomischen einen vollen, halbwegs sicheren Einblick in die Entstehung dieser uralten Tiergruppe zu gewinnen, ist eine andere Frage.

Anhang.

1. P. und F. SARASIN[1]) haben bei einem neuen Diadema (Astropyga Freudenbergi) auf der Haut die schon früher von PETERS[2]) beschriebenen Flecke, welche sich sowohl in den Ambulacren wie Interambulacren bei Astropyga finden, als augenähnliche Organe erkannt. Die beiden Autoren schildern uns diese Organe als sehr hoch entwickelt und kommen dabei auf die Augenflecke der Seesterne zu sprechen, ohne jedoch die Litteratur genau zu kennen. Sie ziehen eine den Charakter einer größeren vorläufigen Mitteilung tragende Arbeit von mir heran, welche im Jahre 1883 (im September) erschienen war. In dieser Arbeit beschrieb ich

1) P. u. F. SARASIN, Die Augen und das Integument der Diadematiden, in: Ergebnisse naturw. Forschungen auf Ceylon, Bd. 1, 1887, Wiesbaden.

2) PETERS W., Über die an der Küste von Mossambique beobachteten Seeigel und insbesondere über die Gruppe der Diademen, Berlin 1855.

die Augenflecke kurz, um sie in einer später erschienenen grösseren Arbeit[1]), nachdem ich frisches Material wiederholt zur Untersuchung benutzt hatte, ausführlich zu schildern. Diese grössere Abhandlung ist den Autoren vollständig unbekannt geblieben. Wenn sie nun meinen, dass ich in den Augenflecken lichtbrechende Körper leugne, so entspricht dies den Thatsachen nicht. Wie ich dazu kam, sie in der früheren Arbeit nicht zu beschreiben, habe ich genau angegeben. Weiter habe ich noch folgendes zu bemerken. Der von den beiden Verfassern beschriebene Nervenring an der Basis der Stachel ist bereits ein Jahr vorher entdeckt worden in zwei Mitteilungen von Prouho[2]) und mir[3]), welche ihnen ebenfalls entgangen sind. Eine ausführliche Darstellung dieses Nervenringes habe ich im dritten Heft dieser Beiträge gegeben.

2. Mit den Echiniden beschäftigt sich eine Arbeit von Prouho[4]). Der Autor ist, was das Wassergefäßsystem anlangt, teilweise zu abweichenden Resultaten gekommen, wenn auch in einigen Hauptfragen wie über den Bau und die Mündung des Steinkanales Übereinstimmung herrscht. Näher eingehen kann ich auf diese Arbeit nicht, da dieselbe zu sehr zeigt, wie der Autor mit dem Stoff gerungen hat. Für eine Doktordissertation sind die Echiniden, die Echinodermen überhaupt, schlecht geeignet, wenn nicht schon eine längere Bekanntschaft mit denselben vorausgegangen war, und diese scheint Herrn Prouho gemangelt zu haben. Wenn er an einer Stelle meint, dass nur Injektionen einen genauen Einblick in die Verhältnisse der Gefässe geben können, so zeigt dies, wie wenig er mit den Geweben dieser Tiere vertraut sein muss. Ludwig hat bereits die auf Injektionen begründeten Resultate zurückgewiesen, und ich habe mich an mehreren Stellen gegen alle Gefäßinjektionen ausgesprochen, weil man je nach dem Druck der Flüssigkeit alle möglichen und unmöglichen Wege in der Bindesubstanz weisen kann. Daß unsere Resultate, sobald Injektionen angewendet wurden, nicht übereinstimmen können, ist somit selbstverständlich.

3. Bei der Bearbeitung der Echiniden war mir leider eine Ab-

---

1) Hamann, Beitr. z. Histologie d. Echinodermen. Heft 2: Die Asteriden, Jena 1885.

2) Prouho, Comptes rendus, pag. 102, 1886.

3) Hamann, Vorl. Mitteil. z. Morphol. d. Echiniden, in: Sitz.-Ber. d. Jen. Ges. f. Med. u. Natw., Jahrg. 1886, Nr. 27.

4) Prouho, Recherches sur le Dorocidaris et quelques autres Echinides de la Méditerranée, in: Arch. zool. exp. 1887.

handlung von NIEMIEC[1]) unzugänglich, da der Recueil Suisse auf der hiesigen Bibliothek nicht mitgehalten wird. Durch die Güte des Herrn Professor FOL wurde ich aber in den Stand gesetzt, nachträglich von dieser Arbeit Notiz nehmen zu können.

NIEMIEC hat Psammechinus miliaris, Sphaerechinus brevirostris und Bryssopsis lyrifera näher untersucht. Seine Resultate stimmen in vielen Punkten mit den meinigen überein. In der Darstellung der einzelnen Schichten, welche die Wandung der Füßchen zusammensetzen, stimmen wir überein. Jene der Längsmuskelschicht außen aufliegende Membran wird als couche elastique beschrieben, bei Bryssopsis hingegen als circuläre Fasern in Anspruch genommen.

Von dem Vorhandensein zirkulärer Muskelfasern in der Scheibe von Spaerechinus habe ich mich nicht überzeugen können.

Was die Nervenzüge anlangt, so wurden sie bis in die Scheibe verfolgt. „Son plus grand renflement“ — sagt der Autor in bezug auf den Füßchennerv — se trouve dans le dernier plie du tube, mais je n'ai pas voir sa continuation dans le reste du disque.“ Wie aus den Figuren aber hervorgeht, hat NIEMIEC mehr gesehen. So ist in Fig. 3 Taf. I die als fibres radiaires externes bezeichnete Schicht der eine zum Epithel ziehende Nervenzug (vergl. die Figuren Taf. X, dies. Beiträge, Heft 3), und hat diese Schicht mit dem Bindegewebe nichts zu thun. Mit der Deutung einzelner Teile der Bindesubstanz als muskulös kann ich mich nicht einverstanden erklären. Als echte Muskelfasern kann ich nur die Längsmuskeln ansehen, während in der Bindesubstanzschicht ich jene Bündel, wie ich sie auf Taf. XXI, Fig. 3 u. 4 abgebildet habe, nur für bindegewebiger Natur erklären kann.

4. Nach Vollendung des Manuskriptes finde ich im Zoologischen Anzeiger Nr. 11, 25. Juni, Jahrgang 7, 1888 eine Mitteilung von JICKELI über das Nervensystem. In dieser wird der LANGE'sche Nerv der Asteriden als nervös in Anspruch genommen. Somit ist dieser Forscher, dessen Resultate über die Crinoiden, welche leider auch nur in kurzer Mitteilung bisher bekannt geworden sind, ich mehrfach bestätigen konnte, zur gleichen Ansicht gekommen, wie ich bei Ophiuren und Asteriden, wie in diesem Hefte ausführlich dargethan worden ist.

1) J. NIEMIEC, Recherches sur les ventouses dans le règne animal, in: Rec. Z. Suisse, Bd. 2, 1885.

Wenn JICKELI aber von einem vierten Nervensystem berichtet, welches in Gestalt von Nervenfibrillen und Ganglienzellen „im Grunde des Epithels“ des Darmes liegt und dies als eine neue Entdeckung schildert, so ist ihm wohl — wie SARASIN — diese Reihe von Abhandlungen entgangen. In Heft 2 pag. 14 ist „Das Nervensystem des Darmtraktus“ ausführlich geschildert und ebenso schon vorher in einer vorläufigen Mitteilung in den Nachrichten von der königl. Gesellsch. d. Wissenschaft. u. d. Georg-August-Universität Göttingen, 1884, Nr. 9. Auch habe ich Abbildungen dieser Darmnerven gegeben. Ebenso erwähnt dieser Autor mit keinem Wort, daß ich bereits das epitheliale Nervensystem in der Rückenhaut beschrieben habe!

Göttingen, Ende Juli 1888.

Tafel-Erklärungen[1]).

In allen Figuren gelten:

BL	Blutlakune.	nf^1, nf^2, *nf*	Nerven fibrillen.
D	Darm.	*P. B.*	POLI'sche Blase.
BLR	Blutlakunenring.	*Sch*	Schizocoelraum.
GR	Gehirnring.	*WGR*	Wassergefäßring.
G	Ganglion.	*WG*	Wassergefäß.
gz, gz^1	Ganglien.		

Tafel XII.

Fig. 1 bis Fig. 9 Querschnitte durch einen Arm von Ophioglypha albida. Die Schnitte sind aus einer Serie und folgen der Nummer nach aufeinander. Mit Rot sind der durchquerte radiäre Nervenstamm sowie sämmtliche periphere Nervenstämme gekennzeichnet. *Gp*, Gp^1, Gp^2 Ganglien.

Fig. 1, 2, 3 und 4 sind Querschnitte durch die Intervertebralmuskeln; die Figuren 5—9 solche durch den Wirbel selbst.

Tafel XIII.

Fig. 1. Längsschnitt durch einen Teil eines Armes von Ophioglypha albida, um den gegliederten radiären Nervenstamm mit den Wirbel-Muskelnerven zu zeigen. *Sch* Längskanal, in welchem derselbe verläuft.

Fig. 2. Längsschnitt in der Medianlinie des Armes geführt; das radiäre Wassergefäß ist der Länge nach durchschnitten. Ebendaher.

Fig. 3. Etwas schematischer Vertikalschnitt durch Scheibe und einen Arm von Ophiogl. alb.

Fig. 4. Querschnitt durch den radiären Nervenstamm, um den Ursprung der Seitenerven zu zeigen. D. oc. 3. WEIGERT'sche Kupferoxydlösg. Ophiogl. alb.

Fig. 5. Querschnitt durch den radiären Nervenstamm, um den Ursprung der seitlichen Nervenzüge *N* zu zeigen und die Beteiligung der mit nf^2 bezeichneten Nervenfibrillen. Ebendaher. Färbung n. WEIGERT. (Kupferoxydlös.) D. oc. 3.

Fig. 6. Längsschnitt durch den radiären Nervenstamm. nf^1 Nervenfibrillen desselben; nf^2 die periphere Lage von Nervenfibrillen mit ihren Ganglienzellen gz^2. *N.m.i.I.* Nervenzug zur Wirbelmuskulatur ebendaher. D. oc. 3.

1) Die grofsen Buchstaben bezeichnen die Objektive, die Zahlen die Okulare von ZEISS. Die Bilder sind bei eingezogenem Tubus sämtlich mit der Camera entworfen.

Fig. 7. Ganglienzellen aus dem dorsal-peripheren Belag des radiären Arm-Nervenstammes. $^1/_{12}$. Oelimm. oc. 4. Ophiogl. alb.
Fig. 8. Schnitt durch das Ganglion ventrale. $^1/_{12}$ Oelimm. oc. 3. Pikrinschwefels. kons. neutral. Karm. gef. Ophiogl. albida.
Fig. 9. Oberflächenansicht der radiären Arm-Blutlakune von Ophiogl. albida. F. oc. 3.
Fig. 10. Querschnitt durch den radiären Nervenstamm im Bereich der Intervertebralmuskeln, also zwischen zwei Wirbeln geführt. F. oc. 3. Ophiogl. alb.
Fig. 11. Querschnitt durch den radiären Nervenstamm. Von der Blutlakune gehen rechts und links Zweige ab. F. oc. 3. Ophiogl. alb.
Fig. 12. Zwei Epithelstützzellen aus dem radiären Nervenstamm ebendaher. F. oc. 3. Ophiogl. albida.

Tafel XIV.

Fig. 1. Querschnitt durch den Gehirnring. D. oc. 3. Ophiogl. alb.
Fig. 2. Querschnitt durch denselben und ein Mundfüßchen ebendaher.
Fig. 3. Querschnitt durch denselben, an der Stelle, wo ein radiärer Nervenstamm herantritt. D. 3. Ophiogl. alb.
Fig. 4. Querschnitt durch den Gehirnring, an einer anderen Stelle. D. 3. Ophiogl. alb..
Fig. 5. Nervenendigungen in der Haut von Ophiogl. alb. F. oc. 3.
Fig. 6. Querschnitt durch einen Arm von Ophiogl. alb., um die Verzweigung der Lateralnerven zu zeigen, welche vom radiären Nervenstamm entspringen.
Fig. 7. Nervenendigung im Wimperepithel einer Bursa. Ophiogl. alb. F. oc. 3.
Fig. 8. Ganglienzellen aus dem ventralen Belag des Gehirnringes. F. oc. 3. Ophiogl. alb.
Fig. 9. Entkalkte Bindesubstanz ebendaher. D. oc. 3.

Tafel XV.

Fig. 1. Längsschnitt durch ein Füßchen; der radiäre Nervenstamm ist quer durchschnitten. *N.l.I.* Nerv. lateralis primus, *N* Nervenzug im Füßchen. D. oc. 3. Ophiogl. alb.
Fig. 2. Längsschnitt durch die ventrale Körperwand, um den Gehirnring, Steinkanal *St-K*, das drüsige Organ *Dr*, die Madreporenplatte zu zeigen. *D* die Darmwandung. A. oc. 2. Ophiogl. alb.
Fig. 3. Querschnitt durch ein Füßchen von Ophiothrix fragilis. A. oc. 3.
Fig. 4. Teil der in Fig. 3 abgebildeten Füßchenwandung von Ophiothrix fragilis, die Sinnesorgane zeigend. *kn* durchquerter Füßchennerv, *kn* Nervenzug zu den Knospen ziehend. F. oc. 3.
Fig. 5. Ganglienzellen von Ophioglyph. albida, aus dem durchquerten Gehirnring. F. oc. 3.
Fig. 6. Querschnitt durch den radiären bilateralen Nervenstamm von Ophiothrix fragilis, die regelmäßige Anhäufung der Ganglienzellen zeigend. A. oc. 3.

Fig. 7. Teil eines Querschnittes durch den radiären Nervenstamm von Ophiothrix fragilis. Der Ursprung des einen der beiden Intervertebralnerven ist zu sehen. *nf* der dorsal-periphere Zellbelag mit seinen Nervenfibrillen. F. oc. 3.

Fig. 8. Enterocoelepithel von der dorsalen Mittellinie. Ophiothr. fragil. F. oc. 1.

Fig. 9. Querschnitt durch den radiären Nervenstamm ebendaher, die Bildung eines Seitennerven zeigend. F. oc. 3.

Fig. 10. Zellengruppen auf dem Stachel von Ophiothr. fragil. von der Fläche gesehen. F. oc. 3.

Fig. 11. Nervenzug mit seinem Ganglion *G* zum Stachel von Ophiothr. fragil. F. oc. 3.

Fig. 12. Epithel des Porenganges der Madreporenplatte ebendaher. D. oc. 3.

Fig. 13. Enterocoelepithel von Ophiogl. albida. F. oc. 3.

Tafel XVI.

Fig. 1. Längsschnitt durch den Arm von Ophiothrix fragilis, um die Verzweigungen des vom durchquerten radiären Nervenstamm ausgehenden Latralnerven zu zeigen. A. oc. 2. g, g^1, g^2 die Ganglien. Ophiothr. fragil.

Fig. 2. Längsschnitt seitlich von der Medianlinie durch eine Armspitze derselben Art. *F* Fühler. Der gegliederte radiäre Nervenstamm tritt deutlich vor. Ebendaher.

Fig. 3. Flächenansicht des Fühlers derselben Art. Lupenvergrösserung. Ebendaher.

Fig. 4. Längsschnitt durch einen beweglichen Haken von Ophiothr. fragil. D. oc. 1.

Fig. 5. Schnitt durch die Körperhaut. *ep* Epithel, *bg* Cutis. Ophiomyxa pentagona. D. oc. 3.

Fig. 6. Flächenansicht eines beweglichen Hakens von Ophiothr. fragil. *M* der Beuger.

Fig. 7. Querschnitt durch ein Mundfüßchen von Ophiogl. alb. D. oc. 3.

Fig. 8. Längsschnitt durch die Madreporenplatte von Ophiogl. albid., um die zwei Poren zu zeigen, *B* Eingang in die Bursa.

Fig. 9. Das der Länge nach durchschnittene, im Arm verlaufende radiäre Wassergefäß von Ophiogl. alb. F. oc. 3.

Fig. 10. Querschnitt durch das radiäre Wassergefäß des Armes, rechts und links die zu den Füßchen führenden Wassergefäße. Ophiogl. alb. D. oc. 3.

Fig. 11. Epithel aus dem Steinkanal von Ophiogl. alb. F. oc. 3. Osmiumpräp.

Fig. 12. Querschnitt durch den Wassergefäßring und den Anfangsteil des von diesem entspringenden Steinkanales. Ophiogl. alb.

Fig. 13. Isolirte Muskelfibrillen von Ophioderma longicauda. $^1/_{12}$ Oelimm. Zeiss.

Fig. 14. Längsschnitt durch den Rückenporus von Ophiogl. alb. D. oc. 3.

Fig. 15. Schnitt durch die Madreporenplatte. Ophiogl. alb.

Fig. 16. Längsdurchnittenes Mundfüßchen derselben Art. D. oc. 2.

Fig. 17. Isolirte glatte Muskelfaser aus einem Intervertebralmuskel von Ophiogl. alb. F. oc. 3.

Tafel XVII.

Fig. 1. Längsschnitt durch eine Bursa Ophiogl. albida. *L—H* Leibeshöhle; *Ov* Ovarialsäckchen; *KW* Körperwand; *Uk* Urkeimzellen. D. oc. 2.

Fig. 2. Teil eines Schnittes durch die Wandung einer Bursa, um den Verlauf der Genitalröhre zu zeigen. *H* Hodensackanlage.

Fig. 3. Längsschnitt durch ein Ovarialsäckchen, Oph. alb. um die Urkeimzellen der Genitalröhre in ihrem Eindringen in dieselbe zu zeigen. *Sch* = Schizocoelraum, *PR* = Perihämalraum; *GR* Genitalröhre. F. oc. 3.

Fig. 4. Längsschnitt durch ein Hodensäckchen und einen Teil der Wandung der Bursa. e^2 Cölomepithel. F. oc. 3.

Fig. 5. Querschnitt durch das Bindegewebsseptum, in welchem im Zentrum die Genitalröhre *GR*, peripher in Lücken der Bindesubstanz die Blutflüssigkeit der dorsalen Blutlakune *Bl* ververläuft. Chroms. entk. neutr. Karm. wie die vorhergeh. F. oc. 3.

Fig. 6. Urkeimzellen aus der Genitalröhre. F. oc. 4.

Fig. 7. Ansicht einer Ophiure von der Rückenfläche. Das Rückendach ist abgetragen. Diese Figur ist mit Benutzung einer Köhler-schen Figur entworfen. Blau ist das Wassergefässystem, rot das Blutlakunensystem, welches in gelben Perihämal- oder Schizocoelräumen verläuft, gekennzeichnet. Zugleich deuten die gelben Linien den Verlauf der Genitalröhren an. *Dr* Drüse. Der Verlauf der Blutlakunen sowie Genitalröhren ist bald in der ventralen Körperwand (interradial) oder in der dorsalen Körperwand (radial).

Fig. 8. Längsschnitt durch die dorsale Blutlakune, Genitalröhre *GR*, um die zum Darm durch die Leibeshöhle ziehende Blutlakune *DBL* zu zeigen. F. oc. 3.

Fig. 9. Schnitt durch die Darmwand von Ophiogl. alb. F. oc. 3.

Fig. 10. Isolierte Darmepithelzellen ebendaher. F. oc. 3.

Tafel XVIII.

Fig. 1. Längsschnitt durch das sog. gekammerte Organ von Actinometra pulchella. *K* die Kammern des Organes; *st* die Fortsetzung des drüsigen Organes in dieselben; *R* die verkalkte Rosette; *a—b*, *c—d* deuten die Richtungen an, in welchen die Schnitte Fig. 4 und Fig. 5 geführt sind. A. oc. 1.

Fig. 2. Längsschnitt durch den unteren Teil des gekammerten Organes derselben Art. s. Text. D. oc. 1.

Fig. 3 bis Fig. 8. Querschnitte durch das gekammerte Organ. *ChG* die Cirrhen-Gefäße. *c*, *C* das aborale Central-Nervensystem. Anted. rosac. A. oc. 1.

Fig. 9. Teil des in Fig. 6 abgebildeten Querschnittes stärker vergrößert, um die Ganglienzellen und Nervenfibrillen zu zeigen. D. oc. 1. Anted. rosac.

Fig. 10. Längsschnitt durch das gekammerte Organ von Actinometra pulchella. A. oc. 1. (Tangentialschnitt.)

Fig. 11. Ganglienzellen mit Nervenfibrillen. (Chroms. entkalkt, Neutral. Karminlösg. $^1/_{12}$ Oelimmers. oc. 3.)

Fig. 12. Isolierte Epithelmuskelfibrillen aus dem Wassergefäßsystem von Anted. rosac. F. oc. 3.

Fig. 13. Ebenfalls, Oberflächenansicht.

Tafel XIX.

Fig. 1. Einer der folgenden Schnitte (auf Fig. 8 von Tafel VII folgend) oberhalb des gekammerten Organes. Der Achsenstrang in dem Anfangsteil der Leibeshöhle suspendiert. A. oc. 1.

Fig. 2. Längsschnitt durch die Mundöffnung von Ant. ros. Es ist nur die linke Hälfte wiedergegeben. *Schl* = Schlundwandung; *T* = Tentakel; *Nr* der durchquerte pentagonale Schlundring mit den von ihm sich abzweigenden Nervenzügen zum Tentakel und der (ventralen, ovalen) Körperwand, welcher wiederum einen Ast in die Leibeshöhle entsendet. WT^1 und WT zwei Wimpertrichter. A. oc. 1.

Fig. 3. Der durchquerte Nerven-Schlundring mit seinen Ganglienzellen. F. oc. 1. Ant. ros.

Fig. 4. Schnitt durch die Seitenwand eines Armes, im Bereich des zweiten Brachiale. Die Wimpertrichter und ein Nervenzug *nf* in der Bindesubstanz der Körperwand. C, C^1 Teile der Leibeshöhle. A. oc. 1. Ant. ros.

Fig. 5. Ein Teil des vorigen Bildes stärker vergrössert. F. 1. Ant. ros

Fig. 6. Teil des der Länge nach durchschnittenen Nervenzuges, welcher vom (oralen) Schlundring entsprungen ist. F. oc. 1. Ant. ros.

Fig. 7. Ein Arm-Nervenstamm vergrössert (vergl. Fig. 1). D. oc. 1. Ant. ros.

Fig. 8. Zwei Enden von zwei Steinkanälen von Actinometra pulchella. D. oc. 1.

Fig. 9. Ein durchquerter Cirrhusnerv mit dem Gefäß im Centrum und der bindegewebigen Scheidewand. F. oc. 1. Ant. ros.

Fig. 10. Blutlakunen durchschnitten, aus der Leibeshöhle um die Mundöffnung gelagert. D. oc. 3. Ant. ros.

Fig. 11. Schlundwandung. Epithel mit Nervenfibrillen und Drüsenzellen, Bindesubstanzschicht, Ringmuskelschicht und Leibeshöhlenepithel. D. oc. 3. Ant. ros.

Fig. 12. Isolierte Schlundepithelzellen ebendaher. D. oc. 3. Ant. ros.

Fig. 13. Durchquerter Armnervenstamm mit abgehenden Nervenzügen. D. oc. 3. Ant. ros.

Tafel XX.

Fig. 1. Querschnitt durch einen Arm von Ant. ros. Nur der ventrale (orale) Teil ist wiedergegeben. *NL* [1] und *NL* [2] die beiden oralen durchquerten Längsnervenzüge. *TT* [1] die beiden Tentakel. *C*, *C* [1], *C* [2] Fortsetzungen des Enterocoels in die Arme. *G* Genitalstrang. *NV* Verbindungsnerv zwischen oralen Längsnerven und dorsalem (aboralem) Nervenstamm des Armes. A. oc. 2. Hämatoxylin.

Fig. 2. Das Chiasma der Armnerven. Ant. ros. D. oc. 3.

Fig. 3. Ganglienzellen aus dem Zentralorgan des mesodermalen Nervensystems. $^1/_{12}$ Zeiss Oelimm. neutral. Essig-Karmin.

Fig. 4. Quer durchschnittenes drüsiges Organ. A. 1. Ant. ros.

Fig. 5. Dasselbe stärker vergrössert. F. oc. 1. Ant. ros.

Fig. 6. Ganglienzellen und Nervenfasern aus dem Chiasma. A. F. oc. 1. Ant. ros.

Fig. 7. Querschnitt durch die Mundöffnung in der Höhe des Wassergefäßes. *WGR*, *WG* [1], *WG* [5] Wassergefäßring und Wassergefäße. *a*, *b* die einzelnen vom Schlundring *NR* sich abzweigenden Nervenzüge; *Nf* Nervenfibrillenschicht des Schlundes; Anted. rosac.

Fig. 8. Querschnitt durch einen ventralen Längsnervenzug. Anted. rosac. F. oc. 1.

Fig. 9. Epithel mit Nervenendigungen von Anted. rosac. F. oc. 1.

Fig. 10. Teil eines Querschnittes durch den Arm. *ep*, *nf* Epithel der Ambulacralfurchen; *Sch* Schizocoellängskanal durchquert; *WG* Wassergefäß quer durchschnitten. Ebendaher. D. oc. 3.

Fig. 11. Isolierte Zellen aus dem drüsigen Organ. Anted. rosac. F. oc. 1.

Fig. 12 und 13. Querschnitte durch das gekammerte Organ an seinem ventralen Ende. Anted. rosac.

Tafel XXI.

Fig. 1. Querschnitt durch den ventralen Teil eines Armes; nur die eine Hälfte ist dargestellt. *LN* durchquerter Längsnerv; *TN* Nervenzug zum Tentakelepithel. Anted. Eschrichtii. A. oc. 4.

Fig. 2. Durchquerter dorsaler Nervenstamm des Armes von A. Eschrichtii. *N. musc.* [1] und *N. musc.* [2] zu den Interbrachialmuskeln ausstrahlende Nervenzüge. A. oc. 4.

Fig. 3. Querschnitt durch den ventralen Teil eines Armes von Anted. rosac.; nur der rechte Tentakel ist längsdurchschnitten. F. oc. 1.

Fig. 4. Ein durchquerter Längsnerv des Armes von A. Eschrichtii. F. oc. 1.

Fig. 5. Tentakelepithel, von der Innenseite von A. Eschrichtii. F. oc. 1.

Fig. 6. Isolierte Epithelzellen aus der Ambulacralfurche eines Armes von Anted. Eschrichtii. F. oc. 1.

Fig. 7 und 8. Querschnitte durch den Nervenstamm eines Armes von A. Eschrichtii. F. oc. 1.

Fig. 9. Unipolare Ganglienzellen ebendaher. F. 1.
Fig. 10. Nervenendigungen am Epithel von Anted. Eschrichtii. F. oc. 3.
Fig. 11. Durchquerter Nervenzug im Cirrhus von Anted. carinata. D. oc. 2.
Fig. 12 und 13 ebendaher. A. oc. 4.
Fig. 14 und 15. Sinnespapillen von den Tentakeln eines Armes von Antedon carinta und einer Pinnula von Anted. Eschrichtii. F. oc. 1 und F. oc. 3.
Fig. 16. Zellen des Schizocoelkanales eines Armes.
Fig. 17. Epithel eines Wassergefäßes des Armes.
Fig. 18. Enterocoelepithel aus dem Dorsalkanal eines Armes. Sämtliche drei von Anted. Eschrichtii. F. oc. 3.

Tafel XXII.

Fig. 1. Ganglienzellen von Anted. carinata. F. oc, 3.
Fig. 2. Querschnitt durch einen Arm von A. rosac. *NP* Pinnulanerv; *VN* zu den Längsnerven *LN* ziehender Nervenzug. *T* Tentakel.
Fig. 3. Querschnitt durch den Arm; zugleich Längsschnitt durch eine Pinnula. *H* Hoden. A. rosac.
Fig. 4. Längsschnitt durch einen Cirrhus. *N* Längsnerv desselben. A. rosac. A. oc. 1.
Fig. 5. Durchquerter Cirrhus von A. rosac.
Fig. 6. Muskelfasern von A. rosac. *b* eine isolirt. F. oc. 3.
Fig. 7. Fasern aus dem Antagonisten eines Armmuskels. $^1/_{12}$ Oelimm. oc. 3.
Fig. 8. Muskelfasern durchquert von Anted. Eschrichtii. F. oc. 3.
Fig. 9. Solche von A. rosac. F. oc. 3.
Fig. 10. Cirrhus-Fasern von A. rosac. F. oc. 3.
Fig. 11. Cirrhus-Faserbündel ebendaher. F. oc. 3.
Fig. 12. Integument von Actinometra pulchella.
Fig. 13. Querschnitt durch eine Ambulacralfurche von A. pulchella. *T* Tentakel. D. oc. 1.
Fig. 14. Querschnitt durch ein Brachiale. *P* die Porenkanäle, welche teilweise in den Genitalkanal füren. A. rosac. A. oc. 4.
Fig. 15. Porenkanal von Anted. rosac. F. oc. 1.
Fig. 16. Durchquerte Blutlakune von A. rosac. F. oc. 3.
Fig. 17. Längsschnitt durch die Wandung einer solchen. *blf* Blutflüssigkeit. F. oc. 3.

Tafel XXIII.

Fig. 1. Längsschnitt durch die Afterröhre von Anted. rosac. *DW* Darmwandung; *Int.* Integument.
Fig. 2. Teil der Afterröhre stärker vergrößert. *ep* Epithel, *bg* Bindesubstanz der Körperwand, *rm* Ringmuskulatur, bg^1 und *e* Bindesubstanzschicht und Innenepithel der Darmwand.

Fig. 3. Längsschnitt durch eine Pinnula. *GS* Genitalschlauch mit reifen Eiern.
Fig. 4. Teil der Wandung desselben stärker vergrößert. *ek* Eikern, *rk* Richtungskörperchen. F. oc. 3.
Fig. 5. Schnitt durch ein Wimpersäckchen von Anted. rosac. F. oc. 3.
Fig. 6. Genitalschlauch und Genitalröhre längs durchschnitten aus dem Kelch von Anted. rosac. D. oc. 3.
Fig. 7. Derselbe durchquert. Ebendaher. F. oc. 3.
Fig. 8. Durchquerter Genitalschlauch aus dem Arm von Anted. rosac. F. oc. 3.
Fig. 9. Derselbe von Anted. Eschrichtii. D. oc. 3.
Fig. 10. Vertikaler Längsschnitt durch das Integument von Anted. rosac. C, C^1 Hohlräume des Enterocoels. D. oc. 1.
Fig. 11. Ganglienzellen aus einem Pinnulanerv von Pentacrinus decorus. F. oc. 3.
Fig. 12. Längsschnitt durch einen Pinnulanerv während seines Verlaufes im Arm. *M* Muskelfasern; *NP* der Nerv. Pentacrinus decorus. D. oc. 1.
Fig. 13. Plasmawanderzellen aus der Bindesubstanz von Anted. rosac. F. oc. 3.
Fig. 14. Bindesubstanz aus dem Arm von Anted. Eschrichtii. F. oc. 3.
Fig. 15. Plasmawanderzellen von Anted. Eschrichtii. F. oc. 3.
Fig. 16. Zwei längsdurchschnittene Wimpersäckchen aus dem Dorsalkanal einer Pninula von Pentacrinus decorus.
Fig. 17. Bindegewebe von Actinometra parvicirra. D. 1.
Fig. 18. Große blasige Zelle aus der Bindesubstanz von Actinometra parvicirra. F. oc. 3.
Fig. 19. Isolierte Zellen aus einer Sinnespapille eines Tentakels von Anted. rosac. F. oc. 3.

Inhalt.

Kapitel 3. Das Wassergefäßsystem.

Kapitel 4. Das Schizocoel (Perihämalräume). (Längskanäle der Nervenstämme).

Kapitel 5. Das Blutlakunensystem.

Kapitel 6. Die Genitalröhren und die Reifungsstätten der Urkeimzellen auf den Genitaltaschen.

Kapitel 7. Der Darmtraktus.

Kapitel 8. Das drüsige Organ.

Kapitel 9. Muskulatur und Bindesubstanz.

2. Teil. Die Crinoiden.

Kapitel 1. Das Nervensystem.

Beiträge zur Kenntnis der Lebensvorgänge in tierischen Zellen.

Von

C. Frommann.

Mit Tafel XXIV.

I. Reife unbefruchtete und befruchtete Eier von Strongylocentrotus lividus.

Die Eier von Strongylocentrotus lividus sind von verschiedenen Beobachtern zur Verfolgung der Vorgänge bei der Befruchtung benutzt worden, indessen bezüglich der Beschaffenheit der Dottersubstanz einer genauen Prüfung bisher noch nicht unterzogen worden.

O. Hertwig [1]) giebt nur an, daß in die homogene Dottermasse kleine runde Dotterkügelchen und Körnchen eingelagert sind und außerdem noch in sehr geringer Menge feinkörniges, rötlich braunes Pigment. Andere Beobachter erwähnen über die Beschaffenheit des Dotters, abgesehen von dem Vorkommen einer radiären Streifung in seiner Peripherie, gar nichts oder schließen sich den Angaben Hertwig's einfach an.

Die folgenden Beobachtungen zeigen nicht nur, daß der Dotter schon im unbefruchteten reifen Ei und in seiner ganzen Ausdehnung eine bestimmte Struktur besitzt, sondern auch daß dieselbe während des Lebens einem unausgesetzten Wechsel unterworfen ist.

An frischen lebenden Eiern wie an gehärteten und an Teilen des Eikörpers, die bei Druck auf das Deckglas durch die geborstene Hülle ausgetreten sind, kann man sich bei entsprechender,

---

1) Beiträge zur Kenntnis der Bildung, Befruchtung und Teilung des tier. Eies, 1875, S. 3.

ca. 1000facher Vergrößerung überzeugen, daß die homogene Grundsubstanz nicht isolierte, sondern vielfach durch teils sehr feine, teils etwas derbere und meist sehr kurze Fäden verbundene Körnchen, kleine Körner wie knotige und strangförmige Bildungen einschließt. Auf den ersten Blick erscheint allerdings die Dottermasse nur teils fein, teils etwas derber körnig, bei genauerer Betrachtung zeigt sich dagegen, daß nur ein Teil der Körnchen rund ist und anscheinend frei in der Grundsubstanz liegt, daß dagegen andere und namentlich die derberen zackige feine Fortsätze entsenden, durch welche sie untereinander in der mannigfachsten Weise zusammenhängen und durch ihre Verbindungen bald nur äußerst enge, bald etwas weitere Maschen einschließen, die im letzteren Falle selber mitunter wieder etwas blasses, äußerst feines körnig-fädiges Material enthalten. Mehr vereinzelt oder in größerer Häufigkeit sind etwas derbere Fäden wie knotige und strangförmige Gebilde in die Dottermasse eingestreut, die mitunter ein sehr blaß granuliertes Aussehen besitzen, aus Aggregaten dicht aneinandergelagerter oder unvollständig verschmolzener feinster Körnchen zu bestehen scheinen, anderemale nur einzelne und etwas schärfer umschriebene Körnchen einschließen. Dieselben hängen gleichfalls vielfach durch fädige Fortsätze teils untereinander, teils mit kleineren Knotenpunkten des Gerüstes zusammen (Fig. 1—4). Die radiäre Zeichnung, welche in der Peripherie mancher Eier auftritt, wird bewirkt teils durch einzelne etwas längere feine Fäden, die mit einzelnen Körnchen oder mit kleinen spindelförmigen Knötchen besetzt sind, teils durch etwas derbere, mitunter undeutlich granulierte Stränge, die mit benachbarten Strängen wie mit Körnern und Knoten vielfach durch Fortsätze verbunden sind und mitunter einen etwas zickzackförmigen Verlauf einhalten, wobei die Winkel die Abgangsstellen von Fortsätzen bezeichnen.

Um- und Neubildungen der Dotterstrukturen. Alle geformten Teile des Eikörpers unterliegen einem stetigen Wechsel ihrer Form, Größe, wie ihres mehr oder minder starken Brechungsvermögens, verschmelzen untereinander, teilen sich in 2 oder mehrere Fragmente, verflüssigen sich, während andere neugebildet werden und mitunter vollziehen sich diese Vorgänge so rasch, daß es ganz unmöglich ist, alle successiv entstehenden Bilder durch die Zeichnung zu fixieren. Außerdem kombinieren sich die Veränderungen in der mannigfachsten Weise an ein und denselben Knoten, Strängen und Fäden wie an benachbarten Teilen.

a) Derbere Fäden, wie strangförmige, zum Teil ein granuliertes Aussehen besitzende Gebilde sondern sich zu einzelnen distinkten Körnchen, die auseinander rücken oder mit benachbarten Körnchen, Knoten oder Strängen verschmelzen, andere Male verblassen sie und werden undeutlich granuliert oder schwinden ganz. Diesen Vorgängen geht öfter eine Teilung der Stränge in 2 oder mehrere Bruchstücke voraus, wobei durch die entstandenen Lücken mitunter Fortsätze treten, die sich von benachbarten Knoten oder Strängen aus entwickelt haben, oder es verdicken sich zunächst die Stränge in ihrer ganzen Ausdehnung oder partiell und erhalten knotige oder keulenförmige Auftreibungen. Mit den Änderungen in der Beschaffenheit der Stränge sind sehr häufig auch solche ihrer Form verbunden, gerade werden gekrümmt, ihre Enden biegen sich mitunter hakenförmig um, während gleichzeitig die abgehenden Fortsätze rückgebildet, vorhandene Verbindungen mit Nachbarteilen gelöst oder durch Vorsprossen von Fortsätzen Verbindungen neu gebildet werden.

b) Derbere Körnchen, wie glatte und granulierte Knoten zeigen ein den Fäden und Strängen ganz entsprechendes Verhalten. Dieselben ändern ihre Form, zackige, derbere oder feine fädige Fortsätze werden zurück- oder neugebildet und öfter vollziehen sich Rück- und Neubildung gleichzeitig und nebeneinander, ebenso sieht man häufig benachbarte Körnchen und Knoten untereinander oder mit Nachbarteilen verschmelzen oder sich bloß verdicken, früher oder später aber verblassen oder schwinden, häufig unter Hinterlassung sehr feiner blasser Körnchen. Gleichzeitig werden in Gerüstmaschen Körnchen wie Knoten ganz neugebildet, die anfangs ein sehr blasses Aussehen besitzen und rasch oder allmählich ein stärkeres Brechungsvermögen erlangen, um dann denselben Veränderungen zu unterliegen, wie die von anfangs an vorhandenen.

Ganz dieselben Veränderungen der Dottersubstanz wie das unbefruchtete Ei zeigen auch das befruchtete Ei und die Furchungskugeln und es kann keinem Zweifel unterliegen, daß hier die Dottermasse wie ihrer Struktur nach so auch nach den vitalen Veränderungen, welchen sie unterliegt, vollkommen dem Protoplasma anderer Zellen entspricht.

An der Oberfläche des Eies und der Furchungskugel liegen teils einzeln verstreut, teils in Gruppen und Reihen gelbrote, ziemlich feine Pigmentkörnchen auf den geformten Teilen oder eingeschlossen in Maschen. Manche liegen geraume Zeit

ganz ruhig oder ändern ihre Lage nur sehr wenig, während sich langsame Umbildungen in der umgebenden Dottersubstanz vollziehen, andere dagegen werden langsam verschoben, so daß während der Beobachtung ihre Anordnung und Verteilung eine ganz andere wird. Sie rücken näher aneinander oder dicht zusammenliegende auseinander, Streifen und Gruppen derselben erhalten nur eine andere Konfiguration oder lösen sich ganz auf, indem die Körnchen sich über einen größeren Abschnitt der Eioberfläche verteilen. Einzelne Körnchen tauchen in die Tiefe und manche scheinen unter Verflüssigung ihrer Substanz ganz zu schwinden, so daß es schien, als handele es sich nur um Dotterkörnchen, die infolge ihrer Durchtränkung mit einem Farbstoff sich weniger leicht verändern als andere und nur passiv durch die Umbildungsvorgänge in ihrer Umgebung hin- und hergeschoben werden. Bei der ersten auf das Verhalten der Pigmentkörnchen gerichteten Beobachtung hatte ich gegen meine Erwartung im Laufe von 10 Minuten keine irgend erheblichen Lokomotionen wahrnehmen können, indessen kann das zeitweise Ausbleiben der letzteren nicht überraschen, da sie doch nur dann erfolgen können, wenn die durch die Vorgänge im Dotter hervorgerufenen Bewegungen nicht interferieren und wenn dieselben eine bestimmte Stärke erreichen.

Der runde oder ovale, homogene Eikern besitzt eine wechselnde Begrenzung. Dieselbe wird mitunter in größerer oder geringerer Ausdehnung durch einen zarten blassen, anscheinend fädigen und ununterbrochenen Kontur gebildet, der mit benachbarten protoplasmatischen Teilen nicht zusammenhängt (Fig. 5) oder in den sich feine und kurze Fädchen inserieren. Beim Wechsel der Einstellung schwindet meist eine solche, anscheinend dem Kern zugehörige Begrenzung und an ihrer Stelle wird die Kerneinfassung gebildet durch zarte körnige oder fädige, dem Dotter zugehörige Teile, die auch etwas in das Kerninnere prominieren können und die Kerngrenze unregelmäßig erscheinen lassen (Fig. 5 und Fig. 6). Nach Behandlung der Eier mit 0,2 $^0/_0$ Chromsäure erhält der Eikern dagegen gleichmäßig scharfe und glänzende Konturen, während gleichzeitig das Kernkörperchen deutlich vortritt.

Bildung und Beschaffenheit der Strahlenfiguren im befruchteten Ei.

Nach O. HERTWIG[1]) werden die Strahlenfiguren dadurch bewirkt, daß sich die Dotterkörner in regelmäßiger Weise in radiärer Richtung hintereinander aufreihen und es soll diese Anordnung die Folge einer Anziehung sein, welche der Kern auf die homogenen Bestandteile des Dotters ausübt. Die angezogenen Teile sammeln sich in der Umgebung des Kerns am dichtesten, strahlen von hier als Fäden in die Umgebung aus, während in ihren Interstitien sich die Dotterkörnchen als passiv bewegte Teile lagern, deren Lagerung äußerlich die gesetzmäßige Anordnung der zwischen ihnen befindlichen Bestandteile anzeigt. Vor der Befruchtung ist der Spermakern, nach derselben der Furchungskern der Mittelpunkt einer strahligen Anordnung des Protoplasmas. So lange der Furchungskern kuglig ist, üben alle Teile der Kernkugel eine gleichmäßige Anziehung auf ihre Umgebung aus, während mit Streckung des Kerns sich die alte Radialfigur allmählich auflöst und an den Polen 2 neue Radienfiguren auftreten, deren Strahlen an Länge und Deutlichkeit und deren Ansammlungen von homogenem Protoplasma an Masse mit der weiteren Streckung des Kerns zunehmen. Die anfangs nach allen Richtungen hin gleichmäßig wirkende Anziehung auf das Protoplasma hat sich mit Streckung des Kerns auf seine beiden Pole verteilt, erreicht ihren Höhepunkt im Hantelstadium und wird erst mit Teilung des Kernbandes aufgehoben.

FOL[2]) hält die hellen Linien zwischen den Radiärreihen der Dotterkörnchen für den Ausdruck von centripetal gerichteten Plasmaströmungen, ohne indessen seine Ansicht auf direkte Beobachtungen stützen zu können. Die Plasmaströmungen ermöglichen nach ihm die Vergrößerung des Spermakerns und veranlassen die Ansammlungen homogenen Plasmas um den Furchungskern und später, nachdem er Spindelform angenommen, um seine Pole.

SELENKA[3]) spricht die Vermutung aus, daß bei Bildung und Vergrößerung der Radien eine Auflösung von Dotterkörnchen stattfindet und daß Dotterkörnchen zwischen die hellen Strahlen zu-

1) l. c. S. 39 u. 69.

2) Mémoires de la société de Physique et d'histoire naturelle de Genève, 1879, S. 189 u. 255.

3) Zoolog. Studien, 1878.

rückgedrängt werden. Sobald sich eine Sonne um den Spermakern (von Toxopneustes varieg.) gebildet hat, kommt es im Dotter zu lebhaften, mit Massenverschiebungen verbundenen Strömungen.

Flemming[1]) schließt sich der Anschauung Fol's soweit vollkommen an, daß es sich bei den Radiensystemen nicht nur um eine Aufreihung von Dotterkörnern, sondern zugleich und hauptsächlich um eine Differenzierung des Protoplasmas selbst handele, in welches die Körner eingebettet sind, also um eine vorübergehende Protoplasmastruktur. Fol hat die Radien geradezu als „Filaments protoplasmatiques" bezeichnet[2]) und auch Flemming erhielt den Eindruck, daß die Asteren aus feinen, radiär geordneten Strängen verdichteten Protoplasmas bestehen, zwischen denen die gleichfalls radiären Reihen der Dotterkörner liegen. Am lebenden Ei sind zwar Protoplasmastrahlen nicht, sondern nur Dotterkörnerreihen sichtbar, bei Einwirkung schwächerer Essigsäure aber und auch schon im Anfang der Essigkarminbehandlung werden die Dotterkörner blasser und dabei zeigt sich doch die feine, geradlinige Strahlung in großer Schärfe und zwar auch noch in den nächsten Bereich der Polzentren hineingreifend, welcher frei von Dotterkörnern ist. Dieser letztere Punkt scheint Flemming für die substanzielle Beschaffenheit der Radien ganz ausschlaggebend zu sein.

Den Angaben von O. Hertwig, Fol und Flemming kann ich nur soweit zustimmen, daß im allgemeinen die Formelemente des Dotters innerhalb der in Rede stehenden Figuren eine radiäre Anordnung besitzen, diese Anordnung besitzt aber nicht entfernt die Regelmäßigkeit, wie man nach den Beschreibungen und den durchweg schematischen Abbildungen der genannten Autoren annehmen dürfte; es fehlt gar nicht selten streckenweise und mitunter in ziemlich beträchtlicher Ausdehnung eine radiäre Struktur vollständig, außerdem sind auch innerhalb derselben die Teile vielfach untereinander verbunden und unterliegen hier ganz gleichen Veränderungen wie in den übrigen Teilen des Zellkörpers.

---

1) Beiträge zur Kenntnis der Zelle und ihrer Lebenserscheinungen. III. Arch. f. mikr. Anat., Bd. XX, S. 31.

2) Die von Flemming zitierte, von der unter 2) zitierten abweichende Auffassung Fol's findet sich in einer etwas früher erschienenen, mir nicht zugänglichen Schrift desselben: Commencement de l'hénogenie chez divers animaux, Archiv. des scienc. physiq. et natur., Genève 1877.

Bestandteile der radiären Dotterfiguren sind hintereinander aufgereihte Körnchen, Körner und Knoten, wie Fäden und Stränge. Einzelne Reihen der ersteren, wie einzelne Stränge und Fäden erstrecken sich durch die ganze Ausdehnung der Radienfigur oder wenigstens durch einen großen Teil derselben, häufig liegen dagegen in einem und demselben Radius nur einzelne durch kleinere oder größere Zwischenräume getrennte Körnerreihen oder einzelne getrennte Strang- und Fadenstücke. Oft halten innerhalb der radiären Figur einzelne Körnerreihen, Fäden und Stränge eine radiäre Richtung überhaupt nicht oder nur streckenweise ein, biegen unter bogenförmigen Krümmungen in andere Richtungen aus und kreuzen spitz-, mitunter sogar rechtwinklig die radiär gerichteten.

Körnige Strahlen bestehen aus Reihen von Körnchen, in denen die letzteren entweder durch Zwischenräume voneinander getrennt oder dicht in perlschnurartiger Form hintereinander aufgereiht sind. Die Zwischenräume zwischen den Körnchen einer Reihe sind leer oder werden von Fäden durchsetzt, welche die letzteren in radiärer Richtung verbinden. Ahnliche Verbindungsfäden finden sich in wechselnder Häufigkeit zwischen den Körnchen benachbarter Reihen, wie zwischen reihenweise gestellten Körnchen und denen, welche zerstreut zwischen die Reihen eingelagert sind.

Die feineren Körnchenstrahlen bestehen aus einer einfachen Körnchenreihe, derbere aus einer Reihe von Körnern oder aus 2—3 Reihen nicht bloß dicht hintereinander, sondern auch dicht nebeneinander liegender Körnchen, wobei häufig einzelne Körnchen etwas ausgerückt sind und in die hellen Straßen zwischen den Strahlen prominieren.

Zwischen den aus Körnchen oder Körnchenreihen gebildeten Strahlen liegen vereinzelter eingestreut oder zu mehreren solche, die zum Teil oder ganz aus Körnern und knotigen Gebilden, aus längeren glatten oder nur mit vereinzelten Körnchen besetzten feinen Fäden, aus strangförmigen Gebilden oder aus kürzeren, gleichgerichteten Faden- und Strangstücken gebildet werden; ihre Teilstücke hängen durch feine Fadenbrücken oder durch etwas derbere Fortsätze gleichfalls häufig untereinander, wie mit denen benachbarter Radien zusammen.

In den hellen Straßen zwischen den Dotterstrahlen sind geringe Mengen sehr blasser, feinkörniger Substanz oder vereinzelte Körner und Knoten hie und da eingelagert. Die Strahlen selbst folgen sich aber keineswegs in a[illegible]ßigen Abständen, sondern

zwischen ihnen bleiben Abschnitte, in denen Körner, Körnchen, knotige und strangförmige Gebilde in ganz regelloser Verteilung liegen. Derartige Abschnittenehmen bald nur den Raum von 1—2 Dotterstrahlen ein, in deren ganzer Ausdehnung oder nur an Stelle ihrer zentralen oder peripheren Teilstücke, bald fehlt eine Strahlung in größerer Ausdehnung.

Ganz dieselben Strukturverhältnisse wie im lebenden Ei bieten die Strahlungen auch nach Härtung der Eier erst in 50%, dann in 75% und schließlich in absolutem Alkohol. Die Zahl der fädigen oder strangförmigen Radien zwischen den körnigen ist nicht vermehrt, dieselben lassen sich deshalb auch nicht als Produkte einer Gerinnung ansehen.

Die Abbildungen Fig. 7, 8 und 9 sind nach gehärteten Präparaten angefertigt und zeigen die wechselnde Beschaffenheit in der Struktur der Strahlungen. Abschnitte mit gerüstförmiger Struktur bei völligem Fehlen einer Strahlung finden sich an verschiedenen Stellen (*a*) und erreichen mitunter eine noch größere Ausdehnung als im Bereich des oberen Umfangs von Fig. 9.

In Betreff der Entwicklung und Ausbreitung der Strahlung fand Flemming, daß dieselbe um den Ei- wie um den Spermakern zunächst einseitig auftritt und zwar so, daß ihr Zentrum neben die Peripherie des Kerns fällt und sich erst nachher so um den Kern ausbreitet, daß das Zentrum des letzteren mit dem der Strahlung zusammenfällt. Bei seiner Wanderung gegen den Eikern schiebt der Spermakern seinen einseitigen After vor sich her und klemmt ihn nach dem bildlichen Ausdruck Flemming's zwischen sich und den Eikern ein. Erst mit der Verschmelzung beider Kerne dehnt sich die Strahlung gleichmäßig um beide aus. Das Vorkommen einer einseitigen, nach dem Eikern zu gerichteten, zu seinem Umfang mitunter nur tangentialen Strahlung habe ich gleichfalls konstatieren können, mitunter fehlte aber die Strahlung gerade an der dem Eikern zugekehrten Seite des Spermakerns, und schien somit ihre Bildung und Richtung nicht in näherer Beziehung zur Bewegung der beiden Kerne zu stehen. In anderen Fällen umgab die Strahlung den Spermakern allseitig. Nach Aneinanderlagerung beider Kerne verbreitet sich dieselbe bald auch um den Eikern, bald bleibt sie beschränkt auf seinen, dem Spermakern unmittelbar benachbarten Abschnitt.

Ihrer Art nach ganz die gleichen Vorgänge wie an den geformten Dotterelementen des reifen befruchteten Eies vollziehen sich auch

an denen, welche an Bildung der Strahlungen des Sperma-Ei- und Furchungskerns beteiligt sind. Die ganzen Strahlen wie die einzelnen sie konstituierenden Teile ändern unausgesetzt ihre Form und Beschaffenheit, schwinden und werden neugebildet, während bei allem Wechsel im einzelnen doch der radiäre Charakter der Figur im ganzen erhalten bleibt.

Fäden und Stränge von homogenem oder granuliertem Aussehen erhalten Ausbiegungen oder krümmen sich mit den Enden ein und bilden bogen-, haken- oder schleifenförmige Figuren, gehen aus der radialen in eine mehr tangentiale Richtung über oder umgekehrt und schieben sich dabei über benachbarte Teile der Strahlung herüber; sie nehmen an Dicke in ihrer ganzen Ausdehnung zu oder nur stellenweise unter Bildung von Knoten, Buckeln oder spindelförmigen Auftreibungen und erhalten dabei häufig ein deutlich körniges Aussehen, wenn sie vorher nur einen Besatz mit vereinzelten Körnchen trugen oder ganz glatt waren. Benachbarte Fäden und Stränge verschmelzen teilweise oder ganz und formen sich zu unregelmäßig und wechselnd gestalteten Anhäufungen granulierter Substanz um, aus welcher sich neue Stränge und Fäden entwickeln können. Verdickte wie nicht verdickte Fäden und Stränge sondern sich zu einzelnen Körnchen oder teilen sich in 2 oder mehrere Stücke, die sich dann von neuem untereinander oder mit Nachbarteilen verbinden können, und ebenso verschmelzen häufig einem und demselben Radius angehörige Stücke zur Bildung eines einzigen Fadens oder Strangs, indem in den Lücken einzelne oder mehrere dicht hintereinandergestellte Körnchen auftreten. Andererseits kommt es auch zu einem völligen Schwund nicht bloß von einzelnen Körnern und Körnchen, sondern auch von ganzen Reihen derselben, wie von glatten Fäden und Strängen oder Abschnitten derselben. Die Teile verblassen und schwinden vollständig oder unter Hinterlassung von einzelnen sehr feinen und blassen Körnchen und in den nach dem Schwund zurückgebliebenen Lücken und Straßen treten, soweit sie nicht durch Verschiebungen von Nachbarteilen ausgefüllt werden, wieder anfangs blasse Körnchen und Knoten auf, die sich vergrößern, deutlichere Konturen erhalten, ihre Form, Größe und Beschaffenheit wechseln und sich mit Nachbarteilen zur Bildung eines Gerüsts verbinden oder sich von neuem in mehr oder weniger radiärer Richtung anordnen. So kann vorübergehend die Strahlung in beschränkter

oder auch in größerer Ausdehnung ganz schwinden, um sich früher oder später von neuem zu entwickeln.

Da die Strahlenfigur, so lange sie überhaupt besteht, unausgesetzt ihre Beschaffenheit ändert, läßt sich von derselben nur auf photographischem Wege ein Bild gewinnen, in welchem alle in einem bestimmten Zeitmoment vorhandenen geformten Teile wiedergegeben sind. An gehärteten Präparaten werden voraussichtlich die Teile zu verschiedenen Zeiten abgestorben und demnach neben den zuerst abgestorbenen andere sichtbar sein, die sich noch veränderten, bis die Wirkung des Alkohols auch zu ihnen vordrang. Der Charakter der Figur im ganzen wird aber durch den Umstand nicht alteriert, daß sie neben gleichzeitig abgestorbenen Teilen andere enthält, die nach dem Absterben der letzteren noch eine Umbildung erfahren haben.

Auf Fig. 10—13 sind einige der an Teilen der Strahlenfigur wahrzunehmenden Veränderungen abgebildet; Fig. 10 körniger Zerfall (*b*) eines zackigen Knotens *a*, Fig. 11 Richtungsveränderung der kurzen Schenkel des Fadenkreuzes *a* und Vorsprossen eines neuen Fortsatzes, Fig. 12 Schwund der Fortsätze des Strangs *a* unter Verdickung desselben und Auftreten von bogenförmigen Krümmungen, Fig. 13 kolbige Verdickung des oberen Endes eines zickzackförmigen Strangs unter Schwund seines unteren Abschnitts.

Ein Fließen von Körnchen wurde nur in vereinzelten Fällen beobachtet und zwar sowohl in zentripetaler als in zentrifugaler Richtung. Einmal löste sich von dem zentralen Ende des Spermakerns ein Körnchen ab und floß in der interradialen Straße, in welche der Strahl auslief, eine Strecke weiter nach dem Spermakern; in einer anderen Spermakernstrahlung löste sich ein Körnchen vom peripheren Ende eines Strahlstücks ab und floß in peripherer Richtung zum zentralen Ende des peripheren Teilstücks des Strahls, dem es sich anlegte. Auch an den Strahlungen des Furchungskerns wurde in vereinzelten Fällen das Fließen eines Körnchens in einer interradialen Straße bis zu seiner Anlagerung an das Ende eines Strahls beobachtet. Da die fließende Bewegung nicht längs der ganzen Radien, sondern nur längs Teilstücken derselben beobachtet wurde, kann sie sehr wohl die Folge von Bewegungen sein, die im Gefolge von Umbildungen der Strahlenfigur hervorgerufen worden sind, die in über oder unter der eingestellten Ebene befindlichen Abschnitten derselben stattgefun-

den haben [1]). Sie kann ausserdem als Ausdruck von Stoffwechselvorgängen zwischen Kern (resp. der denselben umschließenden oder an den Polen angehäuften Plasmaschicht) und flüssigem Eiinhalt aufgefaßt werden, indessen steht dieser Annahme das Auftreten von Strahlungen entgegen, welche nur auf eng umgrenzte, außerhalb des Kerns gelegene Stellen (bei Ascaris megaloc. auf die Centrosomen) zentriert sind.

Verfolgt man das Auftreten und die Mengenzunahme des Polplasmas von Furchungskernen, so zeigt sich, daß anfangs die Dotterelemente ganz die gleichen Veränderungen erfahren wie an anderen Stellen des Eikörpers, daß solche nicht bloß verflüssigt, sondern auch neugebildet werden. Es überwiegt aber dann die Verflüssigung über die Neubildung, so daß erst geringe und dann immer mehr zunehmende Mengen vollkommen homogener Substanz gebildet werden, während gleichzeitig in der Umgebung derselben sich die Strahlenfigur entwickelt. Da bei Verfolgung dieser Vorgänge die Beobachtung immer nur auf ein oder ein Paar dicht zusammenliegende Körner, Knoten oder kurze Strangstücke gerichtet sein kann, läßt sich wohl konstatieren, daß innerhalb des neu entstandenen homogenen Plasmas Neubildungen geformter Teile nur anfangs spärlich und beschränkt auf seine peripheren Abschnitte vorkommen, es läßt sich aber nicht durch die direkte Beobachtung feststellen, daß das Polplasma nicht bloß an den untersuchten Stellen, sondern in seiner ganzen Ausdehnung lediglich aus einer Verflüssigung geformter Teile hervorgegangen ist. Für diese Deutung sprechen aber noch die folgenden Befunde. Wenn das Polplasma aus Verflüssigung von Dotterelementen hervorgegangen ist, wird es voraussichtlich eine andere, dichtere Beschaffenheit besitzen als die interradiale Flüssigkeit, der nur die Substanz einzelner verflüssigter oder gerade in Verflüssigung begriffener Dotterbestandteile beigemischt ist. Dementsprechend erlangt auch das Polplasma unter der Einwirkung von Alkohol eine äußerst dicht- und feinkörnige Beschaffenheit, es erscheint dunkler als die interradialen Straßen, in denen sich blasses, sehr

1) In den Krebsblutkörpern wurden von mir fließende, von Bewegungen des Zellkörpers ganz unabhängige Bewegungen einzelner Körnchen und Körner beobachtet, die sehr wahrscheinlich durch entsprechende Strömungen der verflüssigten Substanz eines Teiles der Körnchen und Körner bewirkt werden, während dieselbe sich mit der Subsanz des Hyaloplasma vermischt (Untersuch. über Struktur, Leb[illegible] Reaktionen tierisch. und pflanzl. Zellen, S. 48).

feinkörnig-fädiges Material überhaupt nur in spärlicher Menge findet, bezüglich dessen es außerdem noch dahingestellt bleiben muß, inwieweit es sich um Gerinnungsprodukte oder um präformierte Teile handelt. Die gleiche fein, blaß und dicht granulierte Beschaffenheit wie die Masse des Polplasmas zeigen an Spirituspräparaten auch die zackigen Fortsätze, mit welchen dasselbe sich häufig zwischen die Teile der Radienfigur hineinerstreckt, wenn die Verflüssigung von Dotterbestandteilen nicht gleichmäßig in konzentrischer Richtung, sondern in der Richtung einzelner Radien weiter fortgeschritten ist als in der der übrigen, wie auch in Fig. 7 am Umfang links. In Uebereinstimmung mit meiner Ansicht steht ferner der Umstand, daß am lebenden Objekt im Bereiche der Peripherie des Polplasmas sich eine mehr oder weniger breite, kontinuierliche oder unterbrochene Zone von blassen Körnchen hinzieht, den Resten von derberen, unvollständig verflüssigten Dotterelementen, wie sie auch bei Verflüssigung derselben außerhalb der Strahlenfigur zurückbleiben. An gehärteten Präparaten ist diese Zone nicht mehr zu erkennen, weil die homogene Substanz in ihrer ganzen Ausdehnung gleichmäßig dichtkörnig geworden ist. Ebenso besitzen in der Peripherie des Polplasmas gelegene Körner und Knoten, desgleichen Stränge, soweit sie mit ihren Enden in das letztere einragen, meist ein blasses verwaschenes Aussehen und geht ihr Verblassen vielleicht der Verflüssigung voraus. Nicht zu verwechseln sind derartige Stränge mit anderen, die dicht über oder unter der Plasmaansammlung hinziehen und innerhalb derselben noch im Diffusionsbild mit verwaschenen Konturen wahrgenommen werden können.

Auch die Größenzunahme, welche der Furchungskern bald nach der Kopulation erfährt, wird sehr wahrscheinlich bewirkt durch die Verflüssigung von Dotterelementen in seiner nächsten Umgebung, die aber auch hier nicht gleichmäßig erfolgt, so daß die den ursprünglichen Kern umschließende Zone homogenen Plasmas mit zackigen Fortsätzen in die umgebende Dottersubstanz, resp. in die Strahlung eingreift, während ein deutlicher Kernkontur zu dieser Zeit überhaupt fehlt [1]).

1) Nach den von Boveri gemachten Beobachtungen (Gesellsch. für Morphol. und Physiologie zu München, Sitzungsber. vom 19. Juni 1888) stammt auch bei den Seeigeleiern die Substanz, welche die Strahlungen im Protoplasma wie die Teilung des Eies und der Furchungszellen bewirkt, aus dem Spermakern, da unter besonderen Umständen der letztere in einem lähmungsartigen Zustand in der

Nach Bildung der Strahlenfigur um den Spermakern und während seiner Wanderung zum Eikern konnte ich in seiner Zellensubstanz 2—3 deutlich vortretende oder blasse Körnchen, einmal deren 5 unterscheiden und auch FLEMMING hat an auf der Wanderung begriffenen Spermakernen oft eine feinkörnige Beschaffen-

---

Peripherie verharrt, während sein Strahlenzentrum sich von ihm ablöst und allein gegen den Eikern hinrückt, worauf die Teilungsvorgänge sich in der gewöhnlichen Weise vollziehen. Statt mit dem Eikern verschmilzt dann der Spermakern nachträglich mit dem Kern einer der 8 ersten Furchungszellen.

Bezüglich der Bildung der Strahlungen am Furchungskern unter normalen Verhältnissen giebt BOVERI an, dafs nach Verschmelzung beider Kerne die homogene, helle, dem Spermakern entsprechende Stelle sich zunächst schüsselförmig gegen den Kern abplattet und sich dann in einer Richtung sehr beträchtlich in die Länge streckt, so dafs ihre Enden jederseits über den Kern hinausragen, während das Mittelstück immer schwächer wird und sich schliefslich vollkommen durchschnürt. Die beiden Hälften runden sich allmählich ab, liegen aber nicht sofort an 2 völlig opponierten Punkten des Kerns, sondern gewinnen erst nach und nach eine solche Lage. Die Protoplasmastrahlen folgen allen diesen Veränderungen; anfangs um das einfache Zentrum gruppiert, verteilen sie sich dann auf beide Zentren und während des Übergangs aus der monozentrischen in die dizentrische Anordnung entsteht unter ihnen eine förmliche Verwirrung.

Bei meinen Beobachtungen habe ich nur feststellen können, dafs nach Aneinanderlagerung beider Kerne im Spermakern blasse, vakuolenartige Stellen auftreten und dafs seine helle Substanz jederseits etwas auf den seitlichen Umfang des Eikerns übergreift. Wenn nun nach BOVERI helle, homogene, vom Spermakern stammende Substanz sich über die Kernpole hinausstreckt, sich teilt und nach der Teilung die Zentren für die Sonnenfiguren bildet, so wird damit ein bestimmter Nachweis für die Herkunft der ersten Mengen des Polplasma gegeben. Die Menge desselben nimmt aber sehr beträchtlich zu und für seine Entstehung aus verflüssigten Dotterelementen spricht die direkte Beobachtung wie sein Reichtum an gerinnbarer Substanz. Wollte man annehmen, dafs auch eine Anziehung auf den flüssigen Teil des Eikörpers von seiten bestimmter Zentren ausgeübt und der letztere mehr und mehr um die Pole angesammelt würde, so würde es zu einer bisher nicht konstatierten Verdrängung und partiellen Anhäufung einer beträchtlichen Anzahl von Dotterkörnern und Körnchen kommen müssen und eine solche Annahme sich auch nicht mit dem Auftreten von zentripetal wie zentrifugal gerichteten Strömungen vereinigen lassen, ganz abgesehen davon, dafs das Polplasma eine andere Beschaffenheit besitzt, wie das interradiale. Dafs eine einheitliche Zentrierung der am Furchungskern auftretenden Strahlungen nicht stattfindet, tritt am auffallendsten im Hantelstadium hervor. Neben parallelen benachbarten Strahlen und solchen, die

heit konstatiert. Bei einem dem Eikern schon fast unmittelbar angelagerten Spermakern sah ich, daß Körnchen, welche die Peripherie desselben kranzförmig umfaßten, ihre gegenseitige Lage änderten, daß zwischen ihnen sehr feine und kurze Fädchen auftauchten und wieder schwanden, während andere neu gebildet wurden. Unter diesen Umständen erscheint es nicht unwahrscheinlich, daß ein Austausch verflüssigter Substanzen zwischen Spermakern und flüssigen Dotterbestandteilen stattfindet, auch wenn, wie O. Hertwig angiebt, der Spermakern als Ganzes aus einer ähnlichen festen Substanz besteht wie der Eikern, indessen ließen sich weitere, auf derartige Vorgänge gerichtete Beobachtungen nicht anstellen, da zur Zeit, als ich auf dieselben aufmerksam wurde (in der ersten Hälfte des Oktober), in Triest die Eierstöcke der Seeigel zum größten Teil entleert waren und nur wenige der in ihnen noch enthaltenen reifen Eier sich als befruchtungsfähig erwiesen.

Intercellularbrücken zwischen Embryonalzellen.

An Embryonen mit 12—16 und mehr Zellen sind die Spalträume zwischen den einzelnen Zellen meist sehr schmal und in denselben nur vereinzelt Körnchen zu erkennen, von denen es dahingestellt bleibt, ob es sich um Zellbrücken handelt, die wegen ihrer Kürze als Körnchen erscheinen. Auch innerhalb etwas weiterer Intercellularen waren mitunter, aber keineswegs regelmäßig Verbindungsfäden wahrzunehmen, die dann entweder rein quer oder schräg von einer Zelle zur anderen herüber verlaufen, im letzteren Falle mitunter so, daß 2 von derselben Zelle abtretende Fäden konvergierend den Spaltraum durchsetzen, um sich an der Peripherie der gegenüberliegenden Zelle in einem Knotenpunkte zu vereinigen (Fig. 14 u. 15). Andere Fäden verlaufen in der gerade einge-

---

nach einem noch innerhalb der Strahlung befindlichen Zentrum konvergieren, finden sich Bündel von 3—6 Strahlen, die bald nach einem vor dem Tochterkern mitunter hart an der Grenze des Polplasma gelegenen Zentrum konvergieren, bald nach einem jenseits des Tochterkerns oder in diesem selbst gelegenen Zentrum. Da die Beschaffenheit und Richtung der Strahlen im einzelnen einem fortwährenden Wechsel unterliegt, gleichzeitig solche gebildet, um- und rückgebildet werden und stellenweise die Strahlung vorübergehend ganz schwindet, kann es sich überhaupt nicht um Abhängigkeit der an sich ganz verschiedenen Vorgänge von einer Ursache handeln, welche gleichzeitig und ununterbrochen auf die ganze Umgebung des Polplasma die nämliche Wirkung ausübt.

stellten Ebene schräg noch auf- oder abwärts, so daß es dahingestellt bleibt, ob sie benachbarte Zellen verbinden oder nicht. In den Spalträumen zwischen den sich gegenüberliegenden Kanten der benachbarten Zellen treten mitunter einzelne Körnchen (Fadendurchschnitte) auf, andere Male kleine Knötchen, welche sich mit feinen zackigen Fortsätzen an die benachbarten Zellen inserieren (Fig. 15), mitunter entspringt aber auch von der Peripherie einer der beteiligten Zellen ein Faden, welcher in dem gegenüberliegenden Spaltraume eine Strecke weit fortläuft und thatsächlich frei zu enden scheint. In einem Fall inserierten sich an einem solchen Faden zwei kurze, in seiner Nachbarschaft von der gleichen Zelle entsprungene Fäden (Fig. 16).

II. Um-, Rück- und Neubildungen des Netzgerüstes in der grauen Substanz des Gehirns von Torpedo marm. und Raja asterias und in den Ganglienzellen des elektrischen Organes von Torpedo marm.

Ganz ähnliche Veränderungen, wie sie die Dotterelemente reifer Eier von Strongylocentrotus lin. darbieten und wie sie von mir auch an anderen tierischen und an manchen pflanzlichen Zellen nachgewiesen wurden[1]), unterliegt auch die Grundsubstanz der grauen Substanz des Gehirns von Torpedo und Raja und der Ganglienzellen von Raja.

Kleine, der Oberfläche der betreffenden Hirnteile mittelst der gekrümmten Scheere entnommene Partikel wurden im Serum des Tieres möglichst fein zerzupft und durch Wachsfüßchen vor dem Druck durch das Deckglas geschützt. Das bloßgelegte Gehirn kann 2 Stunden lang und vielleicht noch länger zur Untersuchung benutzt werden, wenn die Gehirnoberfläche durch aufgelagerte Blutgerinnsel vor dem freien Zutritt der atmosphärischen Luft und vor dem Einfluß der Verdunstung geschützt bleibt. An Fetzen grauer Substanz wie an Zellen, welche frei in die Zusatzflüssigkeit einragen, überzeugt man sich, daß in denselben neben feinsten Körnchen derbere wie kleine Knoten und sehr kurze und feine oder etwas derbere und längere Fäden und strangförmige Gebilde vorhanden sind, daß dieselben einen merklichen Unterschied im Brechungsvermögen besitzen, bald nur ganz blaß und verwaschen vortreten, bald einen matten, seltener einen stärkeren Glanz be-

1) l. c., S. 154 u. folgd.

sitzen und daß weiter die fädigen Teile sehr häufig von den Körnchen, Körnern, knotigen und strangförmigen Gebilden als zackige oder stielförmige Fortsätze derselben entspringen und sie in größerer oder geringerer Ausdehnung zur Bildung eines zarten Gerüstes untereinander verbinden, das bezüglich der Art und Weise der Anordnung, Verbindung und Stärke seiner Teile wie bezüglich der Enge der Maschen sehr beträchtliche Verschiedenheiten darbietet.

Bei Prüfung des Verhaltens der Teile rücksichtlich der von ihnen wahrzunehmenden Veränderungen ist es zweckmäßig, zunächst einige, nicht weit voneinander liegende, derbere Formelemente ins Auge zu fassen und dieselben unter Berücksichtigung ihres gegenseitigen Lagerungsverhältnisses genau aufzuzeichnen. Man wird dann finden, daß dieselben im Verlaufe weniger oder bis 10 und mehr Minuten zum Teil oder sämtlich nur Änderungen bezüglich ihrer Form, Stärke und ihres Brechungsvermögens erfahren oder auch ihre gegenseitige Lage geändert, sich gegeneinander verschoben haben, daß sie andere Verbindungen eingegangen sind und mitunter ganz schwinden. Beobachtet man dann die Teile innerhalb eines kleinen Gerüstabschnitts, so wird man an denselben ganz ähnliche Veränderungen wahrnehmen, die aber schließlich zu einer völligen Änderung der Struktur führen, indem die vorhandenen Formelemente nicht bloß umgebildet werden, sondern zum Teil schwinden, während andere neu entstehen und sich mit den vorhandenen verbinden können. Eine unausgesetzte und sehr gespannte Aufmerksamkeit ist dabei unerläßlich, weil man andernfalls wohl konstatieren kann, daß die Beschaffenheit der Teile eine andere geworden ist, ohne daß man indessen sich darüber Rechenschaft ablegen könnte, wie diese Veränderung zustande gekommen und was mit den einzelnen Strukturelementen vor sich gegangen ist. Die Verfolgung der Vorgänge im einzelnen wird aber überhaupt unmöglich, wenn dieselben sehr rasch ablaufen und wenn die Teile ein sehr blasses verschwommenes Aussehen haben.

Fig. 17—28 und Fig. 32 geben einzelne Phasen der Umwandlungen einzelner Gerüstteile und kleiner Gerüstabschnitte wieder.

Fig. 17 u. 18 aus der grauen Substanz des Vorderhirns von Torpedo.

Fig. 17 *a*—*d* Umbildungen eines kleinen Gerüstabschnitts (nur

die derberen Teile sind gezeichnet), die sich von 5 zu 5 Minuten vollzogen und wobei die einzelnen Körner, Knoten, Stränge und Fäden sich in wechselnder Weise gruppiert haben. Die beiden vorderen V-förmigen Fadenstücke haben sich in *b* in 2 blasse Knoten umgewandelt, das darunter liegende länger, winklig geknickte, mit 2 unterliegenden Körnern verbundene Fadenstück hat die Verbindung mit den letzteren gelöst und sich zu 3 Knoten gesondert. Die beiden durch einen Faden verbundenen Körner links sind zu einem derberen Knoten verschmolzen, von den 2 winklig verbundenen Fadenstücken rechts hat sich das untere verkürzt und verdünnt, während von der Verbindungsstelle ein neuer Fortsatz vorgetrieben worden ist, der bis zu der Stelle reicht, wo bei *a* sich ein länglicher Knoten befindet, der bis auf ein Körnchen geschwunden ist. In *c* sind aus dem oberen Knoten von *b* durch Teilung kleinere mit zackigen Fortsätzen entstanden, während die unteren ihre Form verändert haben. In *d* sind unter weiteren Formveränderungen der Knoten einzelne zu fasrigen Bildungen verschmolzen.

Aus den Strängen und Knoten von Fig. 18 *a* entwickelt sich im Verlaufe von kaum einer Minute ein blasses Netz mit derben Septen und engen Maschen; aus einer Anzahl Netzteile entsteht dann ein derberer, etwas glänzender, scharf umschriebener Strang, der sich in *b* zu einzelnen Fäden und Körnchen und gleichzeitig das übrige Netzgerüst zu einzelnen Bruchstücken gesondert hat.

Fig. 19—22 aus der grauen Substanz des Hinterhirns, Fig. 23 aus der grauen Substanz des Mittelhirns und Fig. 24 aus der grauen Substanz des Vorderhirns von Raja asterias.

Aus den Fig. 19 *a* abgebildeten Teilen haben sich sehr allmählich, im Verlaufe von 28 Minuten die in *b*, *c* und *d* abgebildeten unter Teilungs- und Verschmelzungsvorgängen wie unter Bildung von zackigen Fortsätzen entwickelt. Dabei zeigten einzelne auf der Zeichnung dunkler gehaltene Teile ein merklich stärkeres Brechungsvermögen als die übrigen. In *b* tragen die 3 derberen Stränge einzelne dunkle, deutlich von der Umgebung abgesetzte Körnchen. Im weiteren Verlauf der Beobachtung ließen sich nur noch ganz träge und unbedeutende Veränderungen wahrnehmen.

Fig. 20. In dem kleinen Gerüstabschnitt *a* ändern im Verlaufe von 8 Minuten die Knoten und Stränge ihre Form, verdicken sich und verschmelzen zum Teil und außerdem werden neue gebildet (*b*). Die beiden Stränge am rechten Rande von *b* sondern sich dann zu einzelnen undeutlich konturierten, etwas glänzenden Körnern und Körnchen.

Fig. 21. Der lange, blasse, ungleich dicke Strang längs des oberen Randes von *a* sondert sich im Verlaufe von 5 Minuten in 2, das linke Teilstück verschmälert sich, ändert seine Form etwas und verschmilzt an der Trennungsstelle mit einem neugebildeten blassen

Knoten; das rechte Teilstück hat einen nach abwärts gerichteten stielförmigen Fortsatz vorgetrieben, während der schon vorher vorhandene, gleichfalls nach abwärts gerichtete Fortsatz länger geworden ist und seine Zacken am unteren Ende geschwunden sind. Auch die übrigen Teile haben ihre Beschaffenheit geändert; von denselben sind auf der Zeichnung nur 2 strangförmige Gebilde unterhalb der Trennungsstelle des oberen langen Strangs wiedergegeben.

Fig. 22 *a—g*. Aenderungen des Gerüsts in einem Fetzen grauer Substanz durch Formveränderungen, Verdickungen, Verschmelzen und Neubildung von Strängen, Knoten, Körnern und Fäden, die sich im Verlaufe von 28 Minuten vollziehen. Die fein und dicht granulierten Stränge von *g* verblassen wieder und sondern sich nach weiteren 7 Minuten zu einzelnen distinkten Körnchen.

Fig. 23. Die Körner von *a* sind nach 7 Minuten in *b* zum Teil geschwunden, zum Teil anders gruppiert; nach weiteren 18 Minuten sind sie sämtlich geschwunden, während sich zwischen den Körnchen eine Anzahl Fadenreiser entwickelt haben (*c*) und nach weiteren 4 Minuten ein Fadengerüst (*d*). Das letztere löst sich im Verlaufe von 8 Minuten wieder auf unter Bildung einer Anzahl blasser, homogener oder sehr fein granulierter Knoten und Stränge (*e*). Im Verlaufe von ferneren 8 Minuten werden die Knoten schärfer konturiert und etwas glänzend, die Substanz zwischen ihnen fein granuliert, während die Stränge zur Bildung von fast homogener, nur wenig granulierter Substanz verschmelzen (*f*), aus der dann von neuem sich blasse Knoten und Stränke entwickeln.

Fig. 24. Die in dem Gewebsfetzen *a* enthaltenen Körner, Fadenreiser, Stränge und Knoten werden im Verlaufe von 8 Minuten zum Teil dicker, nehmen andere Formen an, bekommen längere Fortsätze, zum Teil verschmelzen sie untereinander, außerdem entwickeln sich zwischen ihnen neue aus sehr blasser, allmählich etwas deutlicher vortretender Substanz (*b*). Durch weitere Umformungen und Teilungen der blassen Gerüstteile entsteht im Laufe von 7 Minuten das Bild von *c*.

Innerhalb des zarten Gerüsts der grauen Substanz lassen sich nervöse Teile nicht von solchen, sondern welche aus Elementen der Bindesubstanz hervorgegangen sind. Die gleichen Vorgänge wurden aber auch an der Gerüstsubstanz der Ganglienzellen des elektrischen Lappens von Torpedo beobachtet. Das Netzgerüst zeigt hier ähnliche Verschiedenheiten rücksichtlich der Anordnung und Beschaffenheit seiner Teile wie in der grauen Substanz. Es finden sich Abschnitte, wo dasselbe gleichartig und äußerst zartfädig, seine Maschen sehr eng und seine Knotenpunkte nur zum Teil etwas derber sind und andere, wo neben sehr feinfädigen Stromateilen derbere, mitunter etwas glänzende, meist aber auch blasse Fäden, Knoten und Stränge eingelagert sind, die

weniger zahlreiche Verbindungen eingehen und weitere, häufig durchbrochene Maschen einschließen. Fäden, Knoten und Stränge sind mitunter äußerst blaß und fein granuliert, andere Male nur mit einzelnen distinkten Körnchen besetzt. Manche vereinzelt oder in Gruppen und Reihen eingelagerte Körnchen sind durch einen auffallend starken Glanz ausgezeichnet.

Fig. 25—33. Gerüstteile von Zellen des elektrischen Lappens.

Fig. 25. Die Teile des kleinen Gerüstabschnitts *a* verschmelzen zur Bildung des ausgezackten Knotens *b*.

Fig. 26. Der Knoten und das winklige Fadenstück *a* verschmelzen zu einem sehr blaß granulierten Strang *b*.

Fig. 27. Die rechtsseitige Wand der Masche rechts von *a* wird beträchtlich derber, während die Wand links schwindet. Gleichzeitig hat das Korn in der Masche links einen Fortsatz zu ihrer linken Wand getrieben und ist dann ganz mit derselben verschmolzen. Aus der Substanz beider entwickelt sich dann ein sehr engmaschiges Netz, dessen Teile wieder zur Bildung einiger blasser Knoten miteinander verschmelzen (*b*).

Fig. 28 *a*—*d*. Successive Veränderungen eines rechtwinklig gebogenen, mit einer knopfartigen Verdickung endenden, etwas glänzenden Strangs. Der kurze aufsteigende Schenkel schwindet nach 2 Minuten bis auf die Verdickung am Ende unter Hinterlassung von etwas feinkörniger Substanz (*b*). Dann schwindet die rechte Hälfte des horizontalen Schenkels ganz und nach 15 Minuten sondert sich die linke Hälfte in 2 Stücke, die sich zu 2 glänzenden Körnern zusammenziehen. Unterdessen haben sich im Bereich des ganz geschwundenen rechten Teilstücks des horizontalen Schenkels eine Anzahl Körnchen gebildet und ist das am oberen Ende des aufsteigenden Schenkels zurückgebliebene Korn zu einer Anzahl Körnchen zerfallen, so daß schließlich in *d* der Strang als solcher ganz geschwunden ist und die an seiner Stelle und in der Umgebung vorhandenen Körner und Körnchen sind nur zum Teil direkt aus seinem Zerfall hervorgegangen, zum Teil aber nach seinem Schwund neugebildet.

Fig. 29. Der ein Paar gablige Fortsätze tragende Faden erhält am oberen Ende eine körnige Verdickung und sondert sich dann im Bereiche seiner oberen Hälfte zu einzelnen Körnchen, während seine untere Hälfte ganz schwindet.

Fig. 30. Der Stiel des gegabelten Fadens verkürzt und verdickt sich und sondert sich dann zu feinen, blassen, dicht gestellten Körnchen, während gleichzeitig die Zinken der Gabel sich verlängern.

Fig. 31. Die zackigen Fortsätze des Fadens runden sich ab und persistieren als Körnchen, während der Faden in seiner ganzen übrigen Ausdehnung schwindet.

Fig. 32. Die zum Teil mit kurzen Fortsätzen versehenen Fäden von *a* ändern in *b* und *c* ihre Form etwas, gehen zum Teil Verbindungen ein, treiben Fortsätze vor und bilden dieselben zurück, erhalten Verdickungen und bilden sich schließlich unter Abschnürungsvorgängen zu einer Anzahl blasser, zackiger Knoten um (*d*).

Fig. 33. 2 spindelförmige Verdickungen tragende, sehr fein auslaufende Fäden. Die spindelförmigen Abschnitte verdicken sich und sondern sich zu derberen, etwas stärker brechenden Körnchen, während die Fadenenden ganz schwinden.

Die vereinzelt, reihen- oder gruppenweise in die Zellsubstanz eingelagerten glänzenden Körnchen verblassen zum Teil und schwinden im Verlaufe von 15 Minuten oder sondern sich zu feinen, sehr blassen Körnchen, zum Teil persistieren sie, ohne sich wesentlich zu verändern.

Aus den mitgeteilten Beobachtungen geht hervor, daß die Veränderungen der Stromateile der Ganglienzellen denselben Charakter tragen wie die Veränderungen der Stromateile in der grauen Substanz und, abgesehen von ihrem häufig langsameren Verlauf, auch wie die in den Eiern von Strongylocentrotus livid.; dieselben entsprechen aber auch, natürlich nur in morphologischer Beziehung und ganz abgesehen von der chemischen Konstitution der Teile, mehr oder minder vollständig denen, welche von Heitzmann, mir und Hurlbutt an den Blutkörpern von einigen Wirbellosen, von mir an der Netzsubstanz der Tentakel von Hydra und von Heitzmann an lebenden Knorpelzellen vom Kaninchen nachgewiesen wurden. In den Leukocyten vom Frosch schwinden nicht bloß Kerne und werden aus protoplasmatischen Teilen neugebildet (Stricker, ich), sondern es erfahren auch einzelne körnige und fädige Teile des Zellkörpers den in Rede stehenden ähnliche Veränderungen, ohne daß es dabei zur Neubildung von Kernen zu kommen braucht. Auch in Netzlamellen von Pflanzenzellen mit strömendem Plasma, in den Mesophyllzellen von Aloe aboresc., dem Inhalt der Köpfchen der Drüsenhaare von Pelargonium z., wie in erweichten und geschwellten, lebendes Protoplasma enthaltenden Abschnitten ihrer Membranen wurden ganz entsprechende Um-, Rück- und Neubildungsvorgänge von mir beobachtet[1]). In

1) l. c. S. 155 u. 255 u. flgd. Jenaische Zeitschr. Bd. 18, S. 632 u. flgd. In einem „Zelle und Protoplasma“ überschriebenen und in Nr. 333 der M. allgem. Zeitung enthaltenen Artikel hat der Vf., A. Rau, eine Anzahl von in morphologischer und physiologischer Beziehung sehr wichtigen Thatsachen völlig unberücksichtigt gelassen,

allen diesen Fällen handelt es sich nicht um den einmaligen Eintritt von Veränderungen einer und derselben Art, die sich als das Absterben der Teile begleitende oder ihm unmittelbar vorausgehende Erscheinungen auffassen ließen, sondern um Vorgänge verschiedener Art, die unter gleichbleibenden äußeren Bedingungen in ununterbrochenem und häufig sehr raschem Wechsel an denselben Teilen oder an Teilen, die nacheinander dieselbe Stelle einnehmen, sich für geraume Zeit verfolgen lassen, bis sie sich erst langsamer und dann gar nicht mehr vollziehen. Es kann deshalb nicht sowohl der Eintritt der betreffenden Vorgänge an sich als ein Zeichen des beginnenden Absterbens angesehen werden, sondern nur ihre vom definitiven Stillstand gefolgte Verlangsammung; inwieweit dieselben bei Ganglienzellen übereinstimmen mit denen innerhalb des lebenden Tieres, läßt sich vielleicht an geeigneten Objekten feststellen.

Sehr allmählich verlangsamten sich die Um-, Neu- und Rückbildungen in dem Stroma der grauen Substanz des Vorderhirns von Scardinius erytrophthalmus; eine halbe Stunde lang vollzogen sich die ersteren stetig, wenn auch ziemlich langsam, machten dann längere Pausen, waren aber erst nach weiteren $^3/_4$ Stunden ganz erloschen.

Ähnliche Vorgänge sind auch in der grauen Substanz von Warmblütern von Spina beobachtet worden, wie aus dem folgenden Citat von HEITZMANN[1]) hervorgeht: „Several years ago Spina

---

so die Veränderungen, welche in lebenden Zellen zur völligen Umgestaltung des protoplasmatischen Gerüsts führen können, das Vorkommen von Veränderungen der Membranen von Pflanzenzellen, welche nur unter dem Einfluß lebender, in den Membranen enthaltener Substanz zu stande kommen können, das verbreitete Vorkommen von Verbindungen zwischen benachbarten Zellen durch Protoplasmafäden, die Bildung von Stärke in Netz- und Maschensubstanz des Protoplasma u. a. Daß Vf. ein selbständiges, auf eigene Erfahrungen gestütztes Urteil nicht besitzt, geht aus dem Artikel zur Genüge hervor; er hat sich desselben auch völlig enthalten und überläßt es den Lesern, sich auf Grund seines Referats ein solches zu bilden. Welches Interesse diese Leser u. a. an der genauen Bekanntschaft mit dem Verfahren nehmen sollen, welches NOLL zum Nachweis des Appositionswachstums der Membranen angewendet hat, ist schlechterdings unbegreiflich.

1) Our present knowledge of the structure and functions of the gray substance of the nerve-centers. Medico-legal society of New York, meeting May 20, 1885.

demonstrated that thin slices of the gray substance of an animal recently killed, the tissues of which are still living, exhibit with high powers of the microscope, without further treatment, very conspicuous changes in the configuration of the reticulum, which moves, contracts and expands for quite a time, if kept in a liquid favorable to the life of the specimen, such as warmed serum of blood. Thus it was directly proved, that the gray matter consists of living matter in a reticular arrangement."

Erklärung der Tafel XXIV.

(Vergrößerung 1050.)

Fig. 1—4. Dotterstrukturen von Strongylocentrotus lividus, 1 und 4 vom lebenden Ei, 2 und 3 nach Härtung erst in 50 %, dann in stärkerem Alkohol. Die derberen blassen Knoten besitzen zum Teil eine etwas körnige Beschaffenheit.

Fig. 5 und 6. Kerne des reifen Eies. Bei 5 besitzt der Eikern bei *aa* einen zarten, blassen, anscheinend ihm zugehörigen Kontur, während der Kern bei 6 nur durch körnige und fädige, der Dottersubstanz zugehörige Teile begrenzt wird, die mit anderen in ihrer Umgebung befindlichen Verbindungen eingehen.

Fig. 7, 8 und 9. Struktur der Protoplasmastrahlungen von Furchungskernen, 7 vom Polplasma einer Kernspindel (Scheitelansicht), 8 und 9 vom Polplasma von Hantelfiguren. (Die Eier waren in 50 % und dann in stärkerem Alkohol gehärtet.)

Fig. 10—13. Änderungen in der Form und Beschaffenheit von Teilen der Strahlen. Aus den mit *a* bezeichneten Teilen sind die mit *b* bezeichneten während der Beobachtung hervorgegangen.

Fig. 14—16. Zellbrücken zwischen Embryonalzellen. Bei 14 neben queren Brückenfäden konvergierende, die sich nach innerhalb des Intercellularraums oder an der Peripherie der gegenüberliegenden Zelle vereinigen. Bei 15 neben ein paar Brückenfäden ein die Spalte zwischen 3 Zellen einnehmender kleiner Knoten, der durch 2 seiner zackigen Fortsätze mit der Peripherie der den Spaltraum rechts begrenzenden Zellen verbunden ist; bei 16 ein frei vom Kantenwinkel in den einen Spaltraum einragender Faden, in den 2 neben ihm von der gleichen Zelle abgetretene Fäden sich inserieren.

Fig. 17, 28 und Fig. 32 einzelne Gerüstteile und kleine Gerüstabschnitte (*a*) aus der grauen Substanz des Gehirns von Torpedo marm. und Raja ast. und aus Ganglienzellen des elektrischen Lappens von Torpedo marm. Die successiven Phasen der Umwandlungen der ersteren sind mit *b*, *c* u. s. w. bezeichnet. Das Nähere im Text.

Fig. 17 und 18 aus der grauen Substanz des rechten Vorderhirns von Torpedo. Beobachtungsdauer bei Fig. 17 20, bei Fig. 18 nur ein Paar Minuten.

Fig. 19—22 aus der grauen Substanz des Hinterhirns, Fig. 23 aus der grauen Substanz des Mittelhirns, Fig. 24 aus der grauen Substanz des Vorderhirns von Raja asterias. Beobachtungsdauer in Fig. 19 28 Minuten, in Fig. 20 etwas über 8 Min., in Fig. 21 10 Min., in Fig. 22 35 Min., in Fig. 23 45 Min., in Fig. 24 15 Min., in Fig. 28 etwas über 20 Min.

Fig. 29. Der ein paar gablige Fortsätze tragende Faden erhält am oberen Ende eine körnige Verdickung und sondert sich dann im Bereiche seiner oberen Hälfte zu einzelnen Körnchen, während seine untere Hälfte ganz schwindet.

Fig. 30. Der Stiel des gegabelten Fadens verkürzt und verdickt sich und sondert sich dann zu feinen, blafsen, dicht gestellten Körnchen, während gleichzeitig die Zinken der Gabei sich verlängern.

Fig. 31. Die zackigen Fortsätze des Fadens runden sich ab und persistieren als Körnchen, während der Faden in seiner ganzen übrigen Ausdehnung schwindet.

Fig. 33. Die spindelförmigen Abschnitte der beiden Fäden verdicken sich und sondern sich zu derberen, etwas stärker brechenden Körnchen, während die fein auslaufenden Fadenenden ganz schwinden.

Über einige Pflanzenbastardierungen.

Von

Dr. Friedrich Hildebrand,

Professor der Botanik an der Universität zu Freiburg i. B.

Hierzu Tafel XXV und XXVI.

Die Beobachtungen der Bastardierungserscheinungen im Pflanzenreiche sind ja schon so zahlreiche, daß man sich billig fragen könnte, ob auf diesem Gebiete noch viel Neues zu finden sei und ob nicht die vorhandenen Beobachtungen ausreichten, um uns ein vollständiges Bild von diesen Dingen zu geben und auf ihnen eine allgemein gültige und unanfechtbare Theorie aufzubauen. Wenn ich es dennoch unternehme, eine Reihe von Experimenten und Beobachtungen, welche ich auf diesem Gebiete in den letzten Jahren gemacht habe, mitzuteilen, so geschieht dies aus dem Grunde, weil ich der Ansicht bin, daß trotz der so zahlreichen Schriften, welche über Pflanzenbastarde veröffentlicht worden sind, dennoch eine genau eingehende Besprechung einiger solcher Bastarde für die Wissenschaft von Wert sein kann, zumal wenn Punkte ins Auge gefaßt werden, welche von früheren Beobachtern wenig oder gar nicht berücksichtigt worden sind.

Bei meinen Besprechungen will ich nur von thatsächlichen Beobachtungen berichten und mich von Spekulationen über eine Theorie der Bastarderzeugung fern halten, zumal ja heutzutage mehr als genug auf dem Gebiete der Hypothesen geleistet wird, und immer die eine mehrere andere im Gefolge hat. Außerdem sind auch meine Beobachtungen auf diesem Gebiete zu wenig umfangreich, um eine Verallgemeinerung derselben zu gestatten. Ich will also nur einen Beitrag für einen solchen liefern, der später einmal nach dem Vorbilde von Naegeli, Wichura und Focke einen allgemeinen Überblick über diese Erscheinungen geben und dieselben nach dem dermaligen Zustande der Wissenschaft zu Theorien benutzen will.

Von solchen Pflanzenbastarden, welche im wilden Zustande sich finden, habe ich ganz abgesehen; dieselben sind zur Erledigung verschiedener Fragen vollständig unbrauchbar, vor allem derjenigen, ob die beiden zwischen zwei Arten möglichen Kreuzungsprodukte sich einander gleich sind oder nicht, da man an einem wild ge-

fundenen Bastard nicht wissen kann, wer der Vater, wer die Mutter desselben sei. Nur insofern wären die wild gefundenen Bastarde zur mehr oder weniger sicheren Entscheidung mancher Fragen zu verwerten, als man durch sie dahin geführt werden kann, Bestäubungen zwischen den vermeintlichen Eltern mit Aussicht auf Erfolg vorzunehmen. Ich bespreche also nur einige von solchen Bastarden, welche ich selbst gezüchtet habe. Bei diesen Züchtungen bin ich so zu Werke gegangen, daß ich niemandem irgend eine Manipulation, ein Abnehmen der Samen, ihre Aussaat, ein Umpflanzen der Sämlinge etc. anvertraut habe, sondern alles selbst vorgenommen, und in dem Falle lieber eine ganze Aussaat, eine ganze Reihe von Sämlingen fortgeworfen, wenn durch eine Störung in der Arbeit eine Verwechselung nicht ausgeschlossen war, um ein Resultat zu erzielen, für dessen Sicherheit ich, soweit ich meinen Sinnen zu trauen habe, einstehen kann.

Bei dieser Art des Experimentierens ist es denn auch in einigen Fällen möglich gewesen, die aus einer und derselben Frucht erzeugten Bastarde mit denen einer anderen Frucht desselben Stockes zu vergleichen. Überhaupt habe ich mein Augenmerk darauf gerichtet, die einzelnen Bastardindividuen genauer miteinander zu vergleichen, was meine Abhandlung vielleicht ungebührlich lang macht, mir aber doch von besonderem Werte zu sein scheint.

Eine Klippe bei solchen Untersuchungen ist auch die Voreingenommenheit, besonders wenn man eine bestimmte Theorie im Auge hat. Um diese Klippe zu vermeiden, ist es ganz gut, wenn man den betreffenden Bastard untersucht, ohne zu wissen, wer seine Eltern sind. In vielen Fällen — abgesehen von den beiden zwischen zwei Arten möglichen Kreuzungen — wird dies natürlich bei Bastarden, die man selbst gezüchtet hat, nicht möglich sein, in anderen aber doch zu bewerkstelligen, nämlich dann, wenn man, wie ich bei Oxalis gethan, Bastarde zwischen einer größeren Anzahl verwandter Arten einer und derselben Gattung erzieht. Besonders läßt sich aber eine Voreingenommenheit vermeiden, wenn man bei den Untersuchungen auf die anatomischen Verhältnisse eingeht, welche ja nicht so leicht bei den einzelnen Arten ins Auge springen und im Gedächtnis haften bleiben.

Die Berücksichtigung dieser anatomischen Verhältnisse bei den Bastarden ist es nun gerade, welche mich veranlaßt, schon jetzt meine Untersuchungen zu besprechen, denn dieser Punkt dürfte früher kaum von jemandem — Wett-

STEIN [1]) ausgenommen — berührt worden sein. Es scheint mir nämlich von besonderem Interesse, zu erforschen, wie die in den Eltern des Bastards sich zeigenden verschiedenen anatomischen Eigenschaften in dem Bastarde selbst sich zueinander verhalten. In meinen vorliegenden Beobachtungen habe ich dies nun schon zum Teil gethan, es ist das aber ein Feld, was ein einzelner unmöglich bewältigen kann, so daß ich es für sehr erwünscht halte, daß einige Mikroskopiker sich dieses ergiebige Feld zur Bearbeitung erwählen. Erst nach umfangreichen Beobachtungen auf diesem Gebiet werden sich allgemeine Regeln aufstellen lassen, namentlich wird man erst nach solchen beurteilen können, ob und wie die Möglichkeit der Bastardbildung zwischen 2 Arten von ihrem anatomischen Bau abhängig ist oder nicht.

Ausgeschlossen sind wegen der verhältnismäßig kurzen Zeit, in der die Beobachtungen angestellt wurden, solche, welche sich auf das weitere Verhalten der Bastarde und den aus ihnen weiter zu erzeugenden Generationen beziehen. Aber auch so findet sich in dem Folgenden vielleicht einiges, welches zur allgemeinen Kenntnis der Bastardierungserscheinungen beiträgt. Auch gewissenhaft berichtete Thatsachen sind ja wohl heutzutage von Wert, wo oft, bei der Neigung Hypothesen aufzustellen und Unerklärliches erklären zu wollen, die einfache Anführung von Thatsachen als unzeitgemäß dargestellt wird.

I. Bastardierungen zwischen Cistus laurifolius und Cistus ladaniferus.

Über die innerhalb der Gattung Cistus beobachteten Bastardierungen giebt FOCKE [2]) einen Überblick, aus welchem hervorgeht, daß in dieser Gattung zwar eine Anzahl in freier Natur erzeugter Bastarde gefunden, daß man aber genauere Untersuchungen an solchen Bastarden, die künstlich erzeugt worden, nicht viele angestellt oder darüber berichtet hat, so daß ich also wohl Neues vorbringe, wenn ich meine Erfolge und Beobachtungen mitteile, welche sich mir bei der Kreuzung von Cistus laurifolius und Cistus ladaniferus, dieser nahe verwandten Arten, ergaben. Ich will hierbei zuerst die beiden reinen Arten nach ihrer Entwickelung,

1) R. v. WETTSTEIN, Über die Verwertung anatomischer Merkmale zur Erkennung hybrider Pflanzen, in: Sitzungsb. der Kais. Akad. d. Wiss. Wien, math. naturw. Kl., 17. Nov. 1887.

2) FOCKE, Die Pflanzenmischlinge, S. 43.

ihrer Form und ihrem Bau näher besprechen und dann zu der Beschreibung und dem Vergleich der erzeugten Bastarde mit ihren Eltern übergehen.

Cistus laurifolius.

Um in bezug auf die Reinheit der zu beobachtenden Sämlinge ganz sicher zu gehen, wurde ein blühender Stock von Cistus laurifolius im Juni 1884 ganz isoliert und nun eine Bestäubung der an ihm aufgehenden Blüthen untereinander vorgenommen, da kein zweiter Stock derselben Art zur Hand war. Nach diesen Bestäubungen zwischen den Blüthen eines und desselben Stockes fielen die meisten derselben ab, doch setzten einige Kapseln an, welche am 18. Juli reiften. Sie enthielten neben sehr vielen zusammengeschrumpften Samen eine kleine Anzahl von gut ausgebildeten, welche größer waren als die Samen von Cistus ladaniferus und am 19. Juli ausgesät wurden.

Die Keimlinge erschienen Ende Juli und ihre lanzettlich linealen Kotyledonen waren etwas breiter und länger als diejenigen von C. ladaniferus. Bis Mitte November hatten sich 4 Paare von Laubblättern entwickelt, von denen die letzten schon am Rande etwas gewellt waren; sie zeigten auf der Oberseite eine schwache, auf der Unterseite eine starke Behaarung, während sie an den gleich alten Keimlingen von C. ladaniferus unterseits nur auf den Nerven behaart waren. Die Blattpaare folgten dicht aufeinander. Am vierten Blattpaar trat schon die für die Art charakteristische Nervatur auf, wo von der Basis des Mittelnerves sich zwei starke Seitennerven abzweigen, auf welche keine weiteren besonders hervortretenden Seitennerven folgen. Der Blattrand ist stark gewellt. Auch in der Schnelligkeit des Wachstums trat nun ein Unterschied hervor, indem die Pflanzen am 6. März 1885 nur 2—3 cm hoch waren und 5—6 Blattpaare entwickelt hatten; am 9. Juni hatten sie eine Höhe von 10 cm bei 7 Blattpaaren, und bis zum Oktober hatten sie nur eine Höhe bis zu 32 cm erreicht gegenüber den 60 cm hohen, gleichaltrigen Exemplaren von C. ladaniferus.

Inzwischen hatten die Blätter bei schwacher Streckung der Internodien ihre charakteristischen Eigenschaften angenommen (Taf. XXV, Fig. 1). Dieselben besitzen einen etwa 1 cm langen Stiel, ihre Spreite ist eiförmig, von etwa 3 cm Breite zu 6 cm Länge, am Rande gewellt, von dem Hauptnerv zweigen sich an dessen Basis 2 starke nach oben bogig verlaufende Seitennerven ab.

Die Oberhaut dieser Blätter hat folgenden Bau: Auf der Oberseite sind die Epidermiszellen kleiner als die gleichen von C. ladaniferus; ihre Seitenwände sind wie dort flach, nicht gewellt. Zwischen den Epidermiszellen liegen flach, nicht in Vertiefungen, Drüsenhaare, aus einer nicht ausscheidenden Basalzelle bestehend und aus einem oben umgebogenen Teil, welcher aus 4—6 Zellen besteht, die in einer Reihe hintereinander liegen, von denen aber die mittlere noch eine Längsteilung zeigt (Taf. XXVI, Fig. 8). Einzelne sind anderen, auf der Unterseite vorkommenden Haarbildungen ähnlich, welche auf einer längeren Stielzelle einen dreizelligen eiförmigen Kopf tragen (Taf. XXVI, Fig. 9). Hier und da finden sich einige Spaltöffnungen.

Die Unterseite der Blätter zeigt Epidermiszellen mit geschlängelten Seitenwänden, viele Spaltöffnungen und viele Büschelhaare, welche aus 8—10 sehr langen, an der Basis nur eine kurze Strecke aneinander schließenden Zellen bestehen, ferner lange einzellige Haare oder auch 2—3 zellige Büschelhaare, dazwischen Drüsenhaare sehr verschiedener Form und dadurch von C. ladaniferus abweichend; nämlich 1) solche mit langer Stielzelle und 2—3zelligem Kopf (Taf. XXVI, Fig. 10), 2) kurzstielige, mit 4 ausscheidenden Zellen, deren oberste zugespitzt ist (Taf. XXVI, Fig. 11), 3) kurzstielige mit dickem unteren Teil, dessen 3—4 Zellen in einer Fläche liegen, an welche sich ein 2-zelliges schmales Ende anschließt (Taf. XXVI, Fig. 12).

Keiner der Sämlinge kam im Sommer 1886 zum Blühen, wie dies bei allen gleichaltrigen Sämlingen von C. ladaniferus geschah. Erst im Juni 1887 traten an allen die Blüten auf und glichen ganz denen der Stammpflanze. Der Blütenstand ist hier meist 5-blütig; er zeigt eine zuerst aufgehende Endblüte, darunter 2 sich einander gegenüberstehende Seitenblüten und unter diesen 2 weitere Blüten.

Die drei Kelchblätter (Taf. XXVI, Fig. 17) haben eine freie scharf zulaufende Spitze; ein Stück unterhalb derselben befindet sich an dem in der Knospenlage bedeckten Rande ein kleiner Flügelanhang, welcher so kurz ist, daß er nach Abfallen der Blütenblätter nicht aus dem nunmehr sich wieder schließenden Kelch oben hervorsieht; der andere Rand ist rötlich und flügellos. Je nach der in den verschiedenen Blüten verschiedenen Drehungsrichtung ist bald der rechte, bald der linke Rand der Kelchblätter der nach außen frei liegende und somit unbeflügelte. Die Haare des Kelchrückens sind

Büschelhaare, aus zahlreichen Zellen gebildet, dazwischen sehr zahlreiche einzellige, stark verdickte Haare.

Die 5 Blütenblätter sind eiförmig, fast flach ausgebreitet, etwa 32 mm lang und 28 mm breit, von rein weißer Farbe, oberseits an der Basis mit hellgelbem Fleck. Ihr Bau gleicht ganz dem später zu beschreibenden von C. ladaniferus.

Die zahlreichen Staubgefäße sind — Filamente nebst Antheren — etwa 10 mm lang, die Antheren nicht viel länger als breit. Der Pollen hat 3 Längsfalten und ist gleich dem von C. ladaniferus.

Die dichtgedrängten Haare des Fruchtknotens bestehen zum Teil aus einzelnen langen verdickten Zellen, die meisten sind aber 2—5-zellige Büschelhaare, deren Zellen an der Basis nur wenig vereint sind und eine große Länge im Gegensatz zu den gleichen von C. ladaniferus zeigen.

Cistus ladaniferus.

Ungeachtet bei der im Juni 1884 vorgenommenen Bestäubung von Cistus ladaniferus Blüten von verschiedenen Stöcken untereinander vereint wurden, so fielen sie doch fast alle ab, was möglicherweise daher kam, daß jene Stöcke aus Stecklingen erwachsen waren, welche von einem und demselben Exemplar genommen waren. Eine Kapsel ließ sich jedoch erzielen, welche aber nur wenige kleine Samen enthielt, die wie jene von C. laurifolius am 19. Juli gesät wurden und wie jene gegen Ende Juli aufgingen. Die Kotyledonen der Sämlinge zeigten sich schmaler und kürzer als jene von C. laurifolius.

Bis zum 30. September glichen die Blätter an Form noch den entsprechend alten von C. laurifolius, waren aber unterseits nur auf den Nerven behaart. Bis zum 13. November hatten sich schon 6 Blattpaare gebildet, also 2 Blattpaare mehr als bei C. laurifolius und das charakteristische der Blätter (Taf. XXV, Fig. 2) trat hervor in ihrer lanzettlichen Gestalt — 3 cm Breite bei 10 cm Länge — und in der Nervatur, wo das Blatt von einem starken Mittelnerv durchzogen wird, von welchem unten zwar auch, wie bei C. laurifolius, 2 Seitennerven entspringen, die aber nicht wie dort bis zur Spitze des Blattes gehen, sondern etwa in der Mitte von dessen Länge aufhören; dafür entspringen im Gegensatz zu C. laurifolius vom Mittelnerv aus federig zahlreiche Seitennerven, so daß die Blattnervatur beider Arten sehr verschieden ist. Der

Rand der Blattspreite zeigt gar keine oder nur schwache Wellung. Die Blattstiele erreichen nur 5 mm Länge, sind also nur halb so lang wie bei C. laurifolius; man könnte auch die Blätter sitzend nennen, da die Blattspreite sich allmählich bis zum Ansatz des Blattes am Stengel verschmälert. Während bei C. laurifolius die Blattpaare ziemlich dicht aufeinander folgen, sind sie hier bei C. ladaniferus durch Streckung der Internodien ca. 8 mm von einander entfernt.

Die Schnelligkeit des Wachsens übertraf bei ganz gleicher Kultur jene von C. laurifolius, indem bis zum 1. Oktober 1885 schon eine Höhe von 60 cm erreicht wurde und eine starke Verzweigung eingetreten war, welche bei C. laurifolius um diese Zeit noch ganz fehlte.

Die Oberhaut der Blätter an der erwachsenen Pflanze zeigt in einigen Punkten Abweichungen von C. laurifolius. Auf der Oberseite sind die Epidermiszellen etwas größer als bei C. laurifolius, aber an Form diesen ungefähr gleich. Besonders abweichend ist es, daß die Drüsenhaare hier in Vertiefungen liegen (Taf. XXVI, Fig. 13); sie bestehen aus einer kleinen Basalzelle und aus einem 2—3-zelligen kugelig eiförmigen Kopf, der nicht in eine umgebogene Spitze ausgeht. Endlich ließen sich hier gar keine Spaltöffnungen finden.

Die Oberhaut der Blattunterseite hat zwischen den mit geschlängelten Seitenwänden versehenen Epidermiszellen viele Spaltöffnungen und dicht gestellte Büschelhaare, welche aus 20—30 Zellen bestehen, die kürzer sind als jene von C. laurifolius und manchmal auf einer über die Oberfläche des Blattes sich erhebenden Erhöhung sitzen. Die Drüsenhaare zeigen hier meist nur 2 Zellen auf länglicher Stielzelle (Taf. XXVI, Fig. 14), andere haben eine kürzere Stielzelle und einen 3-zelligen dickeren Kopf.

Das Charakteristische im Bau der Blattoberhaut liegt also im Mangel der Spaltöffnungen auf der Oberseite und der Lage der Drüsenhaare derselben Seite in einer Vertiefung; ferner in den 20—30-zelligen Büschelhaaren der Unterseite und dem Fehlen der im unteren Teile angeschwollenen Drüsenhaare, wie sie von C. laurifolius beschrieben worden.

Schon im Sommer 1886 kamen die Sämlinge zum Blühen und zeigten sich hierbei den Stammpflanzen ganz gleich. Die Blüten stehen hier ganz ausnahmslos einzeln am Ende von kleinen Seitenzweigen. Der Blüte gehen 2 Paare von Blättchen voraus, welche

mit ihren unteren Rändern aneinander liegen, mit ihren oberen 2 Dritteln horizontal abstehen.

Die 3 Kelchblätter (Taf. XXVI, Fig. 16) sind kahnförmig; sie haben an ihrem Gipfel, je nach der verschiedenen Drehung in der Knospenlage der einzelnen Blüten, bald rechts, bald links einen rot berandeten Flügel, welcher in der Knospenlage überdeckt ist, so daß diese einen abgerundeten Gipfel hat. Beim Aufblühen rollt sich dieser Flügel nach rückwärts um, so daß die verblühten Blüten mit einem Schopf der 3 Kelchflügel gekrönt und dadurch sogleich von einer dem Aufgehen nahen Knospe zu unterscheiden sind. Der Rücken der Kelchblätter trägt nur Büschelhaare mit sehr zahlreichen, stark verdickten Zellen, keine langen einzelligen Haare.

Die 5 Blumenblätter sind rundlich, 40 mm lang und 35 mm breit, also bedeutend größer als die von C. laurifolius; sie sind an ihrem Hauptteil rein weiß, haben aber oberhalb der wie bei C. laurifolius gelben Basis einen dunkel blutroten großen Fleck, was nie bei C. laurifolius vorkommt. Ihr anatomischer Bau ist wie dort folgender: Die Oberseite besteht aus langgestreckten Zellen, welche an ihrer Außenseite in 7—9 in eine Reihe gestellte Papillen ausgehen, deren Grenzen den schwach geschlängelten Seitenwänden entsprechen und welche ziemlich weit über die Oberfläche der Zelle hervorstehen, so daß die Blattoberfläche ein mattes Aussehen hat. Der blutrote Fleck wird durch dunkelroten Saft, der gelbe durch hellgelbe Körnchen hervorgebracht. Es finden sich keine Spaltöffnungen. Auf der Unterseite der Blütenblätter sind die Papillen der Zellen weniger hervortretend, dagegen die einspringenden Zellwandbuchten stärker verdickt. Auch hier fehlen die Spaltöffnungen.

Die Staubgefäße sind — Filamente und Antheren — 10—12 mm lang und die Antheren im Unterschiede von denen bei C. laurifolius etwa doppelt so lang als breit und mehr oder weniger zugespitzt. Der Pollen hat im trockenen Zustande 3 Längsfalten und wird angefeuchtet kugelig; er ist ebenso groß wie bei C. laurifolius.

Der Fruchtknoten ist scheinbar glatt, da seine dicht gedrängten Büschelhaare ihm eng anliegen; die Zellen dieser Büschelhaare sind kurz kegelig und zeigen eine starke geschichtete Verdickung.

Faßt man nun die im vorhergehenden angegebenen hauptsächlichen Unterschiede zwischen Cistus laurifolius und C. ladaniferus zusammen, so sind es folgende:

C. laurifolius.	C. ladaniferus.
Die Kotyledonen etwas breiter und länger als bei C. ladaniferus	
Das Längenwachstum geringer, durch schwächere Streckung der Internodien und langsamere Bildung der Blätter.	
Unterschiede der Blätter:	
langgestielt	kurzgestielt
eiförmig	lanzettlich
am Rande stark gewellt	am Rande fast gerade
1 Hauptnerv und nur von dessen Basis 2 starke Seitennerven.	vom Hauptnerv unten 2 schwächere Nerven entspringend, dann federige Seitennerven.
Epidermis der Blattoberseite:	
Epidermiszellen kleiner als bei C. ladaniferus	
wenige Spaltöffnungen	keine Spaltöffnungen
Drüsenhaare nicht in Vertiefungen, teils mit umgebogenem Kopf.	Drüsenhaare in Vertiefungen, ihr Kopf gerade.
Blattunterseite:	
Büschelhaare 8—10-zellig	Büschelhaare 20—30-zellig
ihre Zellen länger als bei C. ladaniferus	
Drüsenhaare zum Teil unten bauchig durch Längsteilung der Zellen.	keine unten angeschwollenen Drüsenhaare.
Blüten:	
zu 3 bis 5	einzeln
Kelchbl. zugespitzt	abgerundet
seitlich schwach beflügelt	mit starkem einseitigen Flügel
Blumenbl. weiſs, gelb benagelt, 28 mm breit, 32 mm lang	weiſs, auf gelbem Nagel blutroter Fleck, 35 mm breit, 40 mm lang
Antheren fast so lang wie breit.	etwa doppelt so lang wie breit.
Fruchtknoten:	
Büschelhaare aus langen Zellen bestehend	aus kurzen Zellen
kein Sämling im zweiten Jahre blühend.	die meisten Sämlinge im zweiten Jahre blühend.

Cistus laurifolius bestäubt mit Cistus ladaniferus.

An demselben Busch von Cistus laurifolius, an welchem im Juni 1884 Blüten untereinander bestäubt wurden, um dadurch die oben beschriebenen Pflanzen zu erzielen, wurden die Narben anderer Blüthen unter Abhaltung des eigenen Pollens mit dem Pollen von jenen Exemplaren des C. ladaniferus belegt, welche die Stammpflanzen der oben beschriebenen Sämlinge waren. Es schwollen infolge hiervon zwar viele Fruchtknoten an, blieben aber bald im Wachstum zurück. Am 18. Juli wurden 3 reife Kapseln abgenommen; sie enthielten zwar wenige, aber vollkommene Samen, welche am 19. Juli zugleich mit denen der beiden Eltern ausgesät wurden, und welche, wie jene, Ende Juli aufgingen. Die Kotyledonen der Sämlinge glichen denen von C. laurifolius, indem sie breiter und länger waren als die von C. ladaniferus und auch von den durch Bestäubung von C. ladaniferus mit C. laurifolius erzeugten Bastarden.

Schon zu Ende September hatten sich 5 Blattpaare entwickelt und bis zum 13. November waren fast überall deren 6 vorhanden, ebenso wie bei den Sämlingen von C. ladaniferus, während zu dieser Zeit die Sämlinge von C. laurifolius, der Mutter des Bastardes, nur 4 Blattpaare zeigten. Die Bastarde glichen also in der Schnelligkeit des Wachstums dem Vater. Auch in bezug auf die Streckung der Internodien zeigten sie eine Ahnlichkeit mit diesem, indem die Internodien beinahe ebenso lang waren, wie die von den gleichaltrigen Sämlingen von C. ladaniferus. Die Form und Nervatur der Blätter war gleichfalls derjenigen von C. ladaniferus sehr ähnlich. Die ganzen Pflanzen waren kräftiger als die Sämlinge von C. ladaniferus und auch als die durch die Bestäubung von C. ladaniferus mit C. laurifolius erzeugten Bastarde; bei einigen begannen schon aus den Achseln der unteren Blätter Seitenzweige sich zu entwickeln.

Bis zum 1. Oktober hatten die meisten Sämlinge die Höhe von 75 cm erreicht, also nicht nur die Sämlinge von C. laurifolius, sondern auch die von C. ladaniferus überflügelt, welche zu dieser Zeit nur eine Höhe von 60 cm erreicht hatten.

An diesen Pflanzen zeigten nun die Blätter folgende Eigenschaften (Taf XXV, Fig. 3). Ihre Stiele waren 5 mm lang, also gleich denen von C. ladaniferus; die Breite der am Rande schwach gewellten Spreite betrug 4 cm, die Länge 10 cm; die Spreite übertraf also an Größe diejenige von beiden Eltern.

Die Oberhaut der Blätter wurde an verschiedenen Sämlingen untersucht, welche untereinander in bezug auf den Bau derselben keine Abweichungen untereinander zeigten und sich folgendermaßen verhielten: Auf der Oberseite der Blätter gar keine Spaltöffnungen wie bei C. ladaniferus, dem Vater; die Drüsenhaare liegen in Vertiefungen der Oberhaut wie bei C. ladaniferus (Taf. XXVI, Fig. 13), dem Vater, haben aber manchmal einen etwas umgebogenen Kopf, wie bei C. laurifolius, der Mutter (Taf. XXVI, Fig. 8).

Auf der Blattunterseite Büschelhaare, aus weniger als 20, aber meist mehr als 10 Zellen gebildet, mit ziemlich hohem Fuß, ihre Zellen dünner und länger als an den Büschelhaaren von C. ladaniferus, aber kürzer als bei C. laurifolius, also Mittelbildungen zwischen den Büschelhaaren beider Eltern, welche sich aber leider auf beschränktem Raum ebensowenig wie die der Eltern bildlich darstellen lassen. Außer diesen Büschelhaaren viele Drüsenhaare mit langer Stielzelle und 2-zelligem Kopf, wenige kurzstielige mit 3-zelligem Kopf, also ähnlich wie bei C. ladaniferus (Taf. XXVI, Fig. 14), dem Vater. Es kommen hier keine solche dicken Drüsenhaare vor wie bei C. laurifolius, der Mutter.

Unter den 28 Sämlingen kamen im Sommer 1886 schon 25 zum Blühen, glichen also hierin dem Vater, während die übrigen 3 erst im Sommer 1887 blühten, also hierin der Mutter glichen.

Nur höchst selten findet an allen diesen Bastarden eine Blüte sich einzeln, und fast immer stehen mehrere Blüten wie bei C. laurifolius zusammen, manchmal sogar noch mehr als dort, indem Blütenstände mit 9 Blüten beobachtet wurden.

Die Kelchblätter (Taf. XXVI, Fig. 18) sind zugespitzt wie bei C. laurifolius und haben dicht unterhalb ihrer Spitze an der in der Knospenlage bedeckten Seite einen Flügelanhang ähnlich wie bei C. ladaniferus, der jedoch viel kleiner ist als dort, so daß er an den verblühten Blüten am Gipfel des geschlossenen Kelches nicht hervorsteht; sie sind also denen von C. laurifolius hierin ähnlich. Auf dem Rücken tragen die Kelchblätter Büschelhaare, eine Mittelform zwischen denen von C. ladaniferus und C. laurifolius, außerdem einige 1-zellige, manchmal zu 2 dicht nebeneinanderstehende Haare, gleich denen von C. laurifolius, aber viel weniger.

Die Blumenblätter haben teils ungefähr eine Breite von 40 mm und die gleiche Länge, sind also noch größer als die von C. ladaniferus, andere sind nur wenig kleiner als diese. In der Färbung zeigte sich nun bei den einzelnen Sämlingen eine derartige Ver-

schiedenheit, daß die einen Exemplare auf der gelben Basis keinen roten Fleck hatten, wie die Blumenblätter bei C. laurifolius, während die anderen diesen Fleck, wie er bei C. ladaniferus charakteristisch ist, in verschiedener Stärke zeigten; 11 Exemplare hatten diesen roten Fleck, die übrigen 17 besaßen ihn nicht.

Die Antheren waren alle verkümmert, kaum breiter als die Filamente, sie enthielten nie guten Pollen.

Die Fruchtknoten, welche näher zu untersuchen leider versäumt wurde, setzten niemals Kapseln mit Samen an, obgleich die Bastarde zwischen den beiden reinen Arten kultiviert und ihre Narben mit dem Pollen dieser jedenfalls durch die an diesen scheinenden Blüten sehr thätigen Insekten belegt wurden.

Stellen wir nach diesen Beobachtungen einen übersichtlichen Vergleich zwischen dem besprochenen Bastard und seinen Eltern an, so ergiebt sich folgendes:

Das Wachstum ist ein stärkeres als bei dem von den Eltern am stärksten wachsenden Vater, C. ladaniferus:

An den Blättern:

Die Blattstiele 5 mm lang = C. ladaniferus.

Die Blattnervatur federig = C. ladaniferus.

Der Blattrand schwach gewellt = C. ladaniferus.

Die ganze Blattspreite noch etwas größer als bei C. ladaniferus.

Oberseite der Blätter ohne Spaltöffnungen wie bei C. ladaniferus.

Drüsenhaare in Vertiefungen wie bei C. ladaniferus, manchmal mit umgebogenem Kopf wie bei C. laurifolius.

Unterseite der Blätter: Die Büschelhaare Mittelbildungen zwischen denen von C. ladaniferus und C. laurifolius, die Drüsenhaare ähnlich denen von C. ladaniferus.

Blühreife: Bei den meisten Sämlingen schon im zweiten Jahre, also ähnlich C. ladaniferus.

Blütenstand: Blüten zu mehreren beisammen, also gleich C. laurifolius.

Kelchblätter zugespitzt wie bei C. laurifolius, ihr seitlicher Flügel eine Mittelbildung zwischen den beiden Eltern; auf dem Kelchrücken die Büschelhaare gleichfalls solche Mittelbildungen, dazu die einzelligen Haare von C. laurifolius, aber weniger als dort.

Blumenblätter meist so groß wie bei C. ladaniferus, die meisten ohne roten Fleck, also hierin C. laurifolius, der Mutter, ähnlich.

Hiernach ist bei diesem Bastard in den vegetativen Teilen die Ähnlichkeit mit C. ladaniferus, dem Vater, vorwiegend, während in dem Blütenstande und in einzelnen Blütenteilen die Ähnlichkeit mit C. laurifolius, der Mutter, mehr hervortritt.

Cistus ladaniferus bestäubt mit Cistus laurifolius.

Im Gegensatz zu der nur selten mit Erfolg gekrönten Bestäubung von C. laurifolius mit C. ladaniferus schlug die Bestäubung an C. ladaniferus mit C. laurifolius ausnahmslos an. Die Bestäubung wurde, wie die vorher besprochene, im Juni 1884 vorgenommen; Anfang Juli waren alle Kapseln schon stark angeschwollen, und als sie am 18. Juli geerntet wurden, enthielten sie zahlreiche gute Samen, welche wie die anderen am 19. Juli gesät wurden und Ende des Monats aufgingen.

Die Keimlinge waren denen von C. ladaniferus sehr ähnlich, indem ihre Kotyledonen nicht so lang und breit waren wie die von C. laurifolius, doch waren diese Unterschiede immerhin sehr unmerklich.

Ende September zeigten sich die meisten Keimlinge schwächer als die des andern Bastardes, und hatten nur 3, selten 4 Blattpaare; bis zum 13. November hatten aber fast alle wie jene 6 Blattpaare entwickelt. Also auch dieser Bastard glich in der Schnelligkeit des Wachstums dem C. ladaniferus, welcher hier die Mutter war und nicht, wie dort, der Vater. Auch die Form und Nervatur der Blätter war hier die gleiche wie bei dem anderen Bastard, indem sie die größte Ähnlichkeit mit C. ladaniferus zeigte. Nur erschienen die vorliegenden Bastarde nicht so kräftig im Wachstum wie die in entgegengesetzter Weise erzeugten, was sich aber später wieder ausglich und wahrscheinlich von Blattläusen verursacht war. Auch diese Sämlinge hatten bis zum 1. Oktober zum größten Teil eine Höhe von 75 cm erreicht und verhielten sich so wie die anderen Bastarde. Wie bei diesen hatten die vorliegenden Pflanzen Blattstiele von 5 cm Länge, und ebenso waren die Blattspreiten gleich, allenfalls bisweilen etwas schmäler. Auf ihrer Oberseite fanden sich keine Spaltöffnungen, und die Drüsenhaare hatten hier dieselbe Form und Lage wie bei den

anderen Bastarden. Ebenso waren die Büschelhaare auf der Unterseite denen des anderen Bastardes gleich, indem sie eine Mittelbildung zwischen den Büschelhaaren von C. laurifolius und denen von C. ladaniferus zeigten. Die dazwischen befindlichen Drüsenhaare waren dieselben wie bei den anderen Bastarden und wie bei C. ladaniferus.

Von den 25 Sämlingen blühten im Sommer 1886 schon 21 und glichen hierin den anderen Bastarden und dem C. ladaniferus, obgleich sie diesen nicht zum Vater, sondern zur Mutter hatten; die anderen 4 Sämlinge kamen erst im Sommer 1887 zur Blüte.

Auch hier waren die Blütenstände reichblütig und zeigten sich überhaupt, wie auch die Blüten selbst denen der anderen Bastardreihe ganz gleich; bei 10 Exemplaren hatten die Blütenblätter den blutroten Fleck auf der gelben Basis, die übrigen 15 besaßen ihn nicht

Eine vergleichende Zusammenstellung der Eigenschaften der vorliegenden Bastarde mit den Eltern und den bei Umkehr derselben erzeugten Bastarden dürfte überflüssig sein, da dieselben sich als vollständig gleich mit denen jener anderen Bastarde erwiesen, ungeachtet ich ein Augenmerk und die Hoffnung darauf hatte, Verschiedenheiten ausfindig zu machen. Jede der beiden Bastardreihen zeigte in sich dieselben Verschiedenheiten als die anderen. Nur in der Erzeugung der beiden Reihen zeigte sich insofern eine Verschiedenheit, als die Bestäubung von C. ladaniferus mit C. laurifolius besser anschlug als die umgekehrte.

Es geht aus den vorhergehenden Beobachtungen hervor: einmal: daß die zwischen C. laurifolius und C. ladaniferus erzeugten Bastarde sich im wesentlichen gleich sind, gleichviel, ob die eine der beiden Arten der Vater oder die Mutter ist; zweitens zeigte sich, daß in den vegetativen Teilen die Bastarde mehr dem Cistus ladaniferus ähnelten, in den reproduktiven mehr dem C. laurifolius, wenn auch nicht sehr hervortretend. Es zeigt sich hier also ganz dasselbe Verhältnis wie bei den Bastarden, welche nach den Angaben von Timbal Lagrave [1]) zwischen Cistus salicifolius und C. populifolius erzeugt worden.

Für die Gärten können die von mir gezüchteten Cistusbastarde insofern einen Wert haben, als sich in ihnen der Blütenreichtum

1) Mem. Ac. sc. Toulouse 5, Ser. V.

des Cistus laurifolius mit der Blütengröße und Pracht des Cistus ladaniferus gepaart findet.

II. Bastardierungen zwischen Abutilon Tonellianum und Abutilon Darwini.

Zwischen Arten der Gattung Abutilon sind mehrfach Bastadierungen vorgenommen und beschrieben worden [1]) in letzter Zeit hauptsächlich von FRITZ MÜLLER [2]). Zu meinen Versuchen wählte ich Abutilon Tonellianum und A. Darwini. Von letzterer Art erhielt ich schon vor mehr als 10 Jahren die Samen als „Abutilon vom Capivary" durch FRITZ MÜLLER aus der Heimat derselben gesandt, und diese Art benannte FENZL, da sie neu war, Abutilon Hildebrandi. Zu gleicher Zeit hatte man aber auch im botanischen Garten zu Kew diese Art aus Samen erzogen, und dort wurde sie von HOOKER fil. Abutilon Darwini benannt. Einige Jahre hindurch wurden beide Namen in der Litteratur zugleich gebraucht, ohne daß man zu wissen schien, daß sie eine und dieselbe Abutilonart bezeichneten, bis in letzter Zeit der Name A. Darwini, soviel ich weiß, allein im Gebrauch ist. Die andere Art, welche ich gleichfalls von FRITZ MÜLLER vor einigen Jahren in Samen erhielt, wurde mir im Berliner botanischen Garten als Abutilon Tonellianum bestimmt. Schon vor einigen Jahren machte ich Wechselbestäubungen zwischen diesen beiden Arten, vernachlässigte aber die dadurch erzielten Bastarde, da sie mir zu näherer Beobachtung nicht bemerkenswert genug erschienen. Nachdem ich aber auf den Gedanken gekommen war, das Verhältnis der beiden zwischen 2 Arten erzeugten Bastardreihen zueinander und ihre anatomischen Verschiedenheiten von den Eltern näher zu untersuchen, nahm ich im Frühjahr 1886 die gleichen Bestäubungen noch einmal vor und erzielte wiederum mit Leichtigkeit eine Menge von Samen, aus denen mir Pflanzen erwuchsen, deren nähere Besprechung mir von einiger Bedeutung zu sein scheint. Eine genaue Beschreibung der beiden Stammarten muß wiederum voraufgehen, um einen eingehenden Vergleich der Bastarde mit den Eltern machen zu können.

---

1) Vergl. FOCKE l. c., S. 77.
2) Jenaische Zeitschr. VII, S. 29 u. 241.

Abutilon Tonellianum.

Es wurden an A. Tonellianum keine genaueren Aufzeichnungen über die Keimlinge und die Schnelligkeit ihres Wachstums gemacht wie bei den soeben besprochenen Cistusarten, sondern nur die erwachsenen blühenden Pflanzen in bezug auf einzelne bestimmte Punkte näher beobachtet.

Die Blätter dieser Art haben sehr lange und dicke Stiele, an welchen stets 4 Arten von Haaren vorkommen, nämlich:

1) einzellige, sehr lange, scharf zugespitzte Haare, deren Membran sich stark verdickt (Taf. XXVI, Fig. 1).

2) Büschelhaare (Taf. XXVI, Fig. 2), welche meist aus vielen Zellen bestehen, die an ihrem unteren Teil miteinander vereinigt sind; am oberen strahlen sie auseinander; ihre Zellen sind gleichfalls ziemlich stark verdickt.

3) Kurze elliptische Haare (Taf. XXVI, Fig. 3), meist aus einer Reihe von 3 Zellen bestehend, von denen oft die Endzelle, mehrfach auch die mittlere durch eine Längsscheidewand geteilt ist. Die Zellen dieser Haare sind dünnwandig und reich an Protoplasma.

4) Lange, mehrzellige Haare, aus einer Zellreihe gebildet, welche mit einer keuligen, ausscheidenden Zelle abschließt (Taf. XXVI, Fig. 4). Von den Zellen des unteren dickeren Teiles dieser Haare zeigen immer einzelne noch eine Längsteilung. Alle Zellen sind hier dünnwandig, so daß diese Haarsorte, wie die vorhergehende, an älteren Oberhäuten nicht mehr in gutem unversehrten Zustande zu beobachten ist.

Von diesen 4 Haarsorten kommen auf dem Blattstiel die kurzen elliptischen Haare am wenigsten vor, die anderen bilden durcheinander gemischt einen dichten Bestand, unter welchem die langen einzelligen eine hervortretende Rolle spielen und die im Gegensatz zu den Blattstielen von A. Darwini charakteristische starke Rauhigkeit bewirken.

Die Blattspreiten sind meist dreispitzig, mit lang vorgezogenen Spitzen und an der Basis verkehrt herzförmig, bisweilen gehen sie aber auch nur in eine einzige Spitze aus. Auf den Nerven ihrer Unterseite finden sich auch alle 4 Haarsorten des Blattstieles in ähnlicher Verteilung, nur sind die Haare No. 1 etwas weniger zahlreich.

Die Blütenstiele stehen meist gezweit ohne vegetativen Seiten-

zweig in den Blattachseln und sind entweder starr aufrecht oder nur wenig geneigt, so daß die Blüten nicht so hängen wie bei A. Darwini. Auf diesen Stielen kommen viele Haare der Sorten 1, 2 und 4, ganz selten ist auch hier wie auf dem Blattstiel die Sorte 3.

Der Kelch ist an seiner Basis ausgebaucht, seine freien fünf Zipfel stehen fast horizontal ab; auf seiner Außenseite befinden sich viele Haare der Sorten 1, 2 und 4; auch hier ist die Sorte 3 selten. Nebenbei sei bemerkt, daß auf der Kelchaußenseite und auf dem Blütenstiel sich Spaltöffnungen finden, deren Schließzellen oft sehr hoch über ihre Umgebung erhaben sind. Der Kelchgrund ist auf seiner Innenseite mit ausscheidenden Haaren (Taf. XXVI, Fig. 5) besetzt, welche fast dicht an der Basis der Blütenblätter beginnen und bis zur senkrechten Aufbiegung des Kelches reichen. Dieselben ähneln sehr den Haaren der Sorte 4, haben aber neben mehr gedrungener Gestalt eine kugelige, stark ausscheidende Köpfchenzelle, wie sie Behrens [1]) von einigen anderen Abutilonarten darstellt. Wir wollen sie als die Haarsorte 5 bezeichnen.

Die Blumenkrone besteht aus 5 Blumenblättern, deren oberer Teil breit eiförmig und dabei kahnförmig ist und plötzlich in den schmäleren unteren Teil übergeht, so daß dadurch zwischen je 2 solchen Nägeln ein weiter Zugang zum Nektarium führt; sie stehen mit ihren Spreiten fast gerade aufrecht und spreizen nicht so voneinander wie bei A. Darwini. Ihre Farbe ist ganz gleichmäßig hellgelb. Ihre Anatomie ist für unseren Zweck nicht bemerkenswert, nur ist dies hervorzuheben, daß an dem Rande der Nagelbasis sich niemals Haare finden.

An den Staubgefäßen sind die Filamente hellgelb, die stacheligen, kugeligen Pollenkörner gleichfalls.

Die Griffel sind ebenfalls hellgelb. Ihre Narben erscheinen dem unbewaffneten Auge grünlichgelb und haben kurze Papillen mit schleimigem, leuchtendem, gelblichem Inhalt, sind also nicht schwarzrot wie bei A. Darwini. Besonders bemerkenswert ist, daß ein Teil der Narben schon aus der Blütenknospe hervorschaut, und daß bei der soeben geöffneten Blüte alle Narben zugänglich sind, ohne daß die benachbarten Antheren sich schon geöffnet hätten. Die Blüten dieser Art sind also ausgesprochen vorweiblich.

Der Fruchtknoten ist 11—14-fächerig; derselbe zeigt keine

---

1) Behrens, Die Nektarien der Blüten, Taf. IV.

Haare der Sorte 1, 2 und 3, hingegen sehr viele lange Haare der Sorte 4, außerdem eine neue Sorte von Haaren, No. 6 (Taf. XXVI, Fig. 6), welche schon auf dem Fruchtknoten der kürzlich aufgegangenen Blüte sehr verschiedene Entwickelungsstufen zeigen. Dieselben bestehen zuerst aus 5—6 Zellen, welche an der Basis zusammenhängen, mit den abgerundeten Spitzen auseinanderspreizen; wo sie aneinander liegen sind ihre Wände netzig verdickt; ihr Protoplasma zeigt sich in schöner Zirkulation (Taf. XXVI, Fig. 6 *a*).

Schon zur Blütezeit fangen diese Büschelhaare an, sich zu eigentümlichen Gebilden zu entwickeln, welche später in Form von sonderbar verzweigten Stachelhaaren die reifende Frucht bedecken (Taf. XXVI, Fig. 6). Es werden nämlich jene ursprünglichen 5—6 Zellen, welche anfänglich ein nicht besonders merkwürdiges Büschelhaar bilden, durch einen dicken zelligen Stiel emporgehoben, welcher sich durch Vermehrung und Wachstum der unterhalb und seitlich von ihnen belegenen Zellen bildet. Während hierauf die diesen Stiel krönenden Zellen sehr stark in die Breite, aber namentlich in die Länge wachsen, entstehen auf seiner Oberfläche neue, dem endständigen ganz ähnliche Büschelhaare, zuerst als eine Rosette von 5—6 Zellen sich zeigend, welche sich alsbald in die Länge strecken. Außerdem entstehen auf dem immer dicker werdenden Stiel noch andere Haarbildungen, welche sich in der Folgezeit zu sehr langen, der Sorte 4 ähnlichen Haaren entwickeln.

Etwa 3—4 Wochen nach der Befruchtung haben sich die jungen kantigen Kapseln schon stark entwickelt und sind besonders an den Kanten ganz mit ineinander gefilzten Haaren bedeckt, was durch weiteres Wachstum der Haarsorte 6 geschehen. Die Gipfelzellen dieser haben sich sehr stark verlängert und die auf dem sie tragenden Stiele in früheren Stadien noch unentwickelten büscheligen Haare haben sich zu einem Mittelding zwischen dem Gipfelschopf des Stieles und den gewöhnlichen Büschelhaaren der Sorte 2 entwickelt. Sie sind nur selten und dann auch nur wenig über die Oberfläche des Stieles erhaben, es wird also durch sie keine Verzweigung der Haarsorte 6 bewirkt. Bemerkenswert ist noch namentlich, daß auf den dicken Stielen der Haarschöpfe sich bisweilen Spaltöffnungen finden.

Nach mehreren Wochen haben sich die haarigen Auswüchse namentlich auf den vorspringenden Kanten der Kapsel entwickelt, wo sie in zwei nebeneinander laufenden Leisten stehen. In dieser Zeit sind die Haare der Sorte 4 fast alle verschwunden, und auf

den Stielen der Haarsorte 6 findet man nur die verschiedensten Übergangsstufen zwischen dem an ihrem Ende befindlichen Büschel und der Haarsorte 2. Ein derartiges Gebilde läßt sich natürlich schwer auf kleinem Raum darstellen; eine frühere Entwickelungsstufe desselben (Taf. XXVI, Fig. 6) wird aber ausreichen, um den eigentümlichen Sachverhalt klar zu machen.

Nach weiterem Verlauf werden die Kapseln schwarz, öffnen sich mit Längsrissen und entlassen die schwärzlichen Samen.

Abutilon Darwini.

Die Untersuchungen an Abutilon Darwini beschränkten sich hauptsächlich auf einzelne Punkte, ebenso wie bei A. Tonellianum. Die Blattstiele zeigen sich hier etwa nur halb so lang wie bei A. Tonellianum und sind bedeutend dünner als dort. Auf ihnen befinden sich nur die oben S. 428 beschriebenen Haarsorten 2, 3 und 4, es fehlt die Sorte 1, die langen einzelligen Haare, vollkommen, wodurch diese Stiele von A. Darwini im Gegensatz zu A. Tonellianum kein rauhes Ansehen haben, was auch noch dadurch bewirkt wird, daß alle Haare hier viel weniger dicht stehen als dort.

Die Blattspreiten sind kleiner als bei A. Tonellianum und fast immer dreispitzig, die 3 Spitzen sind aber nicht so lang vorgezogen wie bei A. Tonellianum.

Die Blütenstiele hängen meistens schlaff abwärts und stehen, gezweit oder einzeln, meist mit einem vegetativen Zweige zusammen in der Blattachsel. Auch auf ihnen fehlt die Haarsorte 1, außerdem aber auch noch die Sorte 3; nur viele Haare der Sorte 2, also Büschelhaare und außerdem ziemlich viele der Sorte 4 kommen hier vor.

Der Kelch der Blüten von A. Darwini, welche viel kleiner sind als die von A. Tonellianum, ist an der Basis kaum ausgebaucht, und seine 5 Zipfel sind nicht rückwärts umgebogen, sondern liegen der Blumenkrone eng an; auch sind die Kelchzipfel länger zugespitzt als bei A. Tonellianum. Auf der Außenseite des Kelches fehlen gleichfalls die langen einzelligen Haare, die Büschelhaare der Sorte 2 stehen hier dicht gedrängt, Haare der Sorte 3 und 4 finden sich nur wenige.

Im Kelchgrund zeigt sich nur ein Ring von ausscheidenden Haaren der Sorte 5, indem dieser Grund dicht um die Blumen-

krone herum ganz glatt ist, und auch ein Stück von jener Stelle, wo die Umbiegung nach oben eintritt.

Die 5 Blütenblätter sind im Gegensatz zu A. Tonellianum allmählich benagelt, wodurch ein kleinerer Zugang zwischen ihnen zum Nektarium hervorgebracht wird, welcher Zugang so tief unten liegt, daß er im Gegensatz zu A. Tonellianum von den Kelchblättern ganz bedeckt wird, so daß also zwischen diesem hindurch kein Zugang für den Rüssel von Bestäubern liegt. Am Rande der Nagelbasis findet sich hier noch eine neue Haarsorte, No. 7 (Taf. XXVI, Fig. 7). Diese Haare bestehen aus 1—6 langen, mehr in einer Ebene als büschelig angeordneten Zellen, deren Wände kaum verdickt sind. Diese Haarsorte ist eine Art Mittelding zwischen der Sorte 1 und den Büschelhaaren 2. — Die Blütenblätter breiten sich, abweichend von A. Tonellianum, oben auseinander, so daß die Blumenkrone eine verhältnismäßig weitere Glockenform hat.

Die Farbe der Blumenblätter ist ein helles Orange, durchzogen von dunkelorangeroten Adern. Diese Adern werden nach der Basis der Blumenblätter hin dunkler und vereinigen sich auf dem Nagel zu einer gleichmäßig dunkelroten Fläche. Auf der Außenseite sind die Blütenblätter mehr gleichmäßig dunkelorange gefärbt.

Die Filamente der zahlreichen Staubgefäße sind orangerot. Der Pollen hat bei geringerer Größe die gleichen Stacheln wie bei A. Tonellianum, wird aber durch eine ölige Substanz im Gegensatz zu A. Tonellianum orangegelb gefärbt.

Die Griffel sind orangerot und die Narben erscheinen fast schwarz durch den in ihren Papillen enthaltenen dunkelroten Saft.

Die Fruchtknotenfächer wechseln zwischen 9, 10 und 11, meistens sind aber ihrer 10 vorhanden, also weniger als bei A. Tonellianum. Auf ihnen finden sich keine Haare der Sorten 1, 2 und 3, hingegen wie bei A. Tonellianum viele der Sorte 4. Die Haare der Sorte 6 sind noch stets in den ersten Anfängen ihrer Bildung, und ihre Zellbüschel sind noch ganz ungestielt, werden es auch in der Folgezeit nur wenig.

Die ausgewachsene Kapsel ist fast gleichmäßig rauh, indem die Behaarung an den wenig hervortretenden Kanten nur wenig die der übrigen Oberfläche an Stärke übertrifft. Die Haare stehen sehr dicht gedrängt und gehören alle der Sorte 4 und 6 an; die Sorte 6 ist die überwiegende, ihr Zellschopf ist aber in vielen Fallen gar nicht, in den anderen nur sehr wenig durch Anfang einer Stielbildung über die Oberfläche der Kapsel erhoben, was

eine wesentliche Abweichung von A. Tonellianum ist. Niemals finden sich auf dem Grunde jenes Haarschopfes andere Haarbildungen. Zur Reifezeit schwärzt sich auch hier die Kapsel und entläßt aus ihren Rissen die schwärzlichen Samen.

Stellen wir nun aus der vorhergehenden Beschreibung von Abutilon Tonellianum und A. Darwini allein diejenigen Punkte zusammen, in welchen diese beiden Arten sich mehr oder weniger voneinander unterscheiden, so ergiebt sich folgendes bei

A. Tonellianum.	A. Darwini.
Blattstiele doppelt so lang und stark als bei A. Darwini	
auf ihnen lange einzellige Haare	diese Haare fehlend
Blütenstiele aufrecht oder schwach hängend	stark hängend
auf ihnen lange einzellige Haare außer den anderen 3 Sorten	die einzelligen Haare fehlend
Kelch an der Basis stark ausgebaucht	kaum ausgebaucht
Kelchzipfelspitze fast horizontal umgebogen	nicht umgebogen, der Blumenkrone anliegend
viele lange einzellige Haare	diese fehlend
ausscheidende Haare den ganzen Kelchgrund einnehmend	nur in einem Ringe
Blumenblätter plötzlich benagelt	allmählich benagelt
am Gipfel weniger auseinander gebreitet	stark ausgebreitet
Nagelrand unten glatt	behaart
Farbe der Blumenblätter gleichmäßig hellgelb	hellorange mit dunkelorangeroten Adern
Filamente hellgelb	orangerot
Pollen größer als bei A. Darwini	
hellgelb	orangegelb
Griffel hellgelb	orangerot
Narbe grünlichgelb	schwarzrot
Fruchtknoten 11—14-fächerig	9—10-, meist 10-fächerig
darauf Büschelhaare mit langem behaarten Stiel	Büschelhaare meist nicht oder kaum gestielt, ihr Stiel nie behaart
Frucht: Die stärksten Büschelhaare auf den Fruchtkanten in je 2 Leisten.	die Büchelhaare in gleichmäßiger Verteilung.

Hiernach sind für Abutilon Tonellianum die langen einzelligen Haare besonders charakteristisch, ferner die Umbiegung der Kelchzipfel, die plötzliche Benagelung der Blumenblätter, deren hellgelbe Farbe, die gelbe Farbe von Filamenten, Pollen, Griffeln und N

besonders die eigentümlichen Büschelhaare der Frucht mit ihren langen behaarten Stielen; während bei A. Darwini die langen einzelligen Haare fehlen, die Kelchzipfel den Blumenblättern anliegen, diese allmählich benagelt sind, von orange Farbe mit dunkelorangeroten Adern und namentlich an dem Rande des Nagels behaart; Filamente, Pollen und Griffel orange und orangerot, Narben blutrot, und die Frucht gleichmäßig mit ungestielten oder kaum gestielten Büschelhaaren bekleidet.

Abutilon Tonellianum bestäubt mit Abutilon Darwini.

Die im März und April 1886 vorgenommenen Bestäubungen der Narben von Abutilon Tonellianum mit dem Pollen von A. Darwini hatten fast in jedem Falle ein baldiges Anschwellen des Fruchtknotens zur Folge und nur einzelne der angesetzten Kapseln fielen vor ihrer Reife ab. Es wurden nun 4 Kapseln ausgewählt und von diesen, als sie Ende Mai reif waren, die Samen gesondert gesät, um festzustellen, ob die aus den Samen jeder besonderen Kapsel erzielten Pflanzen sich untereinander mehr glichen, als dies die gesamten Bastarde der gleichen Zucht thaten. Im Laufe von 3 Wochen gingen die Samen auf. Die daraus erwachsenden Sämlinge wurden nun, da es große Mengen waren, nur zum Teil weiter kultiviert und diejenigen, welche aus einer und derselben Kapsel erzogen waren, genau mit gleichem Zeichen versehen.

Bei der nun folgenden Beschreibung der einzelnen Bastarde würde es zu weitläufig sein, auf alle ihre besonderen Eigenschaften einzugehen: wir wollen daher nur diejenigen hervorheben, welche im vorhergehenden als für die beiden Eltern besonders charakteristisch bezeichnet worden.

Bastarde aus Kapsel 1.

Bastard a.

Blattstiel: keine Haare der Sorte 1, nur einige wenige dicht vor der Spreite.

Blütenstiele: sehr wenige Haare der Sorte 1.

Kelch: einige Haare 1.

Nektarhaare 5 beinahe bis zur Umbiegung des Kelches.

Blumenblätter schmutzig orange mit schmutzig rosa Adern, Ränder der Nagelbasis haarlos.

Filamente schmutzig rosa.

Pollen fast aller normal, orange. Narben dunkelrot.

Die beiden beobachteten Kapseln 10- und 11-fächerig, auf ihren Kanten die Haarbildungen denen von A. Tonellianum ganz gleich.

In der Behaarung der Blatt- und Blütenstiele neigt also dieser Bastard wegen fast gänzlichen Mangels der Haarsorte 1 zu Abutilon Darwini, während die Behaarung der Früchte der bei A. Tonellianum gleich ist, ebenso die ganz haarlosen Nagelränder der Blumenblätter, deren unschöne Farbe eine Mischung des gelben von A. Tonellianum und des orangeroten von A. Darwini zeigt, ebenso wie die Filamente und Griffel, während die dunkelrote Farbe der Narben wieder derjenigen von A. Darwini gleich ist.

Bastard b.

Blattstielbehaarung wie bei a.

Blütenstiele: nur sehr wenig Haare der Sorte 1.

Kelch: ziemlich viele Haare 1.

Blütenblätter in Form, Farbe und Behaarung gleich denen von Bastard a.

Staubgefäße, Griffel und Narben ebenso.

Fruchtknoten in 2 Fällen 10-fächerig, in 4 Fällen 11-fächerig, die Kapseln ganz ähnlich denen von A. Tonellianum.

Dieser Bastard gleicht also im ganzen dem Bastard a, nur daß sich hier auf der Außenseite des Kelches ziemlich viele Haare der Sorte 1 finden.

Bastard c.

Blattstiel mit einigen Haaren der Sorte 1 besonders am Ende gehäuft.

Blüten gleich denen von Bastard a, nur die Fruchtknoten mit weniger Fächern, nämlich in 5 Fällen folgende Zahlen der Fächer: 8, 9, 9, 10, 11.

In der Frucht tritt hier eine etwas größere Ahnlichkeit mit A. Darwini hervor, während in der Behaarung der Blattstiele sich mehr Ahnlichkeit mit A. Tonellianum zeigt.

Bastard d.

Blattstiel noch etwas mehr Haare der Sorte 1 als bei Bastard c, immerhin aber noch viel weniger als bei A. Tonellianum.

Blütenstiel ohne alle Haare der Sorte 1.

Kelch hingegen mit ziemlich vielen Haaren der Sorte 1; auf der Außenseite die Nektarhaare der Sorte 5 den ganzen Kelchgrund bedeckend.

Blumenblätter schmutzig hellorange mit schmutzig hellrosa Adern. Ränder der Nagelbasis behaart wie bei A. Darwini.

Filamente, Pollen, Griffel und Narben wie bei Bastard a.

Die Fruchtknoten fast ganz gleich denen von A. Tonellianum, 10—13-fächerig.

Abweichend von den vorhergehenden Bastarden ist an diesem besonders das Vorkommen von Haaren an den Rändern der Blumenblattbasis wie bei A. Darwini.

Bastard e.

Blattstiel mit ganz wenigen Haaren der Sorte 1, hingegen ziemlich viele von dieser Form am Blütenstiel.

Kelchzipfel der Blumenkrone anliegend wie bei A. Darwini, hingegen der Kelchgrund ausgebaucht wie bei A. Tonellianum und wie dort ganz mit Nektarhaaren bedeckt. Außenseite des Kelches mit sehr vielen Haaren der Form 1.

Blumenblätter plötzlich benagelt, schmutzig hellorange mit dunkelrosa Adern. Rand der Nagelbasis ganz haarlos.

Filamente und Griffel rosa, Narben schwarzrot.

Frucht 9—12-fächerig, in der Behaarung ganz ähnlich A. Tonellianum.

Dieser Bastard zeichnet sich also vor den vorhergehenden besonders durch das reiche Vorkommen der Haarsorte 1 auf dem Kelch aus, so daß er neben anderen Eigenschaften sehr zu A. Tonellianum neigt.

Bastard f.

Blattstiel mit ganz wenigen Haaren der Sorte 1.

Blütenstiel ganz ohne diese Haare.

Kelchgrund etwas ausgebaucht, Kelchzipfel der Blumenkrone anliegend. Auf der Außenseite des Kelches wenige Haare der Sorte 1.

Blumenblätter plötzlich benagelt, ihre orange Farbe mehr zu rosa neigend, dunkelrosa Adern. Rand der Nagelbasis behaart.

Filamente orange, Griffel noch dunkler, Narben schwarzrot.

Die Fruchtknoten wurden an diesem Bastard zu untersuchen versäumt. Im ganzen neigt derselbe, besonders durch die Blüten, mehr zu A. Darwini.

Überblicken wir diese aus einer und derselben Kapsel entstandenen Bastarde, so finden wir hier kaum einen dem anderen vollständig gleich; in gewissen Punkten zeigen sie Mittelbildungen

zwischen den beiden Eltern, in anderen Punkten neigen sie entweder mehr zu A. Tonellianum oder zu A. Darwini. Ein näherer Vergleich mit den Eltern soll, um Wiederholungen zu vermeiden, hier nicht angestellt werden, da er auch besser an das Ende aller in gleicher Weise erzeugten Bastarde paßt.

Bastarde aus Kapsel 2.

Von den Bastarden der Kapsel 2 wurden die meisten nur in bezug auf die Behaarung der Blattstiele untersucht, In 3 Fällen fanden sich hier gar keine Haare der Sorte 1, in 7 Fällen nur sehr wenige und in einem Falle ziemlich viele.

An der einen Pflanze, deren Blattstiele gar keine einzelligen langen Haare, wie sie für A. Tonellianum charakteristisch sind, besitzt, zeigt der Blütenstiel von dieser Form einige wenige, besonders dicht unterhalb des Kelches. Die Kelchzipfel liegen hier, ähnlich wie bei A. Darwini, den Blumenblättern an. Der Kelchgrund ist etwas ausgebaucht. Auf der Außenseite des Kelches sind ziemlich viele Haare der Sorte 1; die Nektarhaare bekleiden den ganzen Kelchgrund von der Basis der Blumenblätter bis zur Umbiegung des Kelches.

Die Blumenblätter sind plötzlich benagelt wie bei A. Tonellianum, tragen aber am Rande der Nagelbasis die für A. Darwini charakteristischen Haare. Auf schmutzig orange Grund neigt hier die Farbe der Adern zu reinem Rosa.

Die Filamente sind schmutzig orange, der gut ausgebildete Pollen ist dunkelgelb, die Griffel sind rosa, die Narben schwarzrot.

Die Frucht ist 10—11-fächerig und die Haare der Sorte 6, welche hier nur einen kurzen, breit kegeligen Stiel haben, stehen nicht nur auf den Kanten der Frucht, sondern auch in den Thälern.

Es zeigt dieser Bastard in mehreren Punkten größere Ähnlichkeit mit A. Darwini als mit A. Tonellianum.

Bastard aus Kapsel 3.

Bastard a.

Blattstiel mit ziemlich vielen Haaren der Sorte 1, besonders dicht am Beginne der Blattspreite.

Blütenstiele mit wenigen Haaren der Sorte 1.

Kelchaußenseite mit ganz wenigen Haaren der Sorte 1.

Blumenblätter schmutzig orange mit schmutzig rosa Adern; die Nagelränder ganz haarlos.

Pollenkörner fast alle ausgebildet, etwas heller als die von A. Darwini.

Griffel rosa, Narben dunkelrot, nicht ganz so dunkel wie bei A. Darwini.

Frucht in Behaarung ähnlich A. Tonellianum.

Bastard b.

Blattstiel mit fast gar keinen Haaren der Sorte 1.

Blütenstiele mit gar keinen Haaren der Sorte 1.

Kelchaußenseite mit sehr wenigen Haaren der Sorte 1.

Blumenkrone orange mit rosa Adern, Rand der Nagelbasis behaart.

Staubgefäße, Griffel und Narben wie bei Bastard a.

Fruchtknoten sehr ähnlich dem von A. Tonellianum, aber 9—11-fächerig; die Haare der Sorte 6 ebenso dick wie bei A. Tonellianum und auch wie dort an ihrem Stiel mit Haaren der Sorte 2 und 4 versehen.

Diese beiden aus Samen der Kapsel 3 erwachsenen Bastarde sind also auch in mehreren Punkten voneinander verschieden, teils mehr dem A. Tonellianum, teils mehr dem A. Darwini ähnlich.

Bastarde aus Kapsel 4.

Von den Bastarden aus der vierten Kapsel wurden nur 5 in bezug auf die Behaarung der Blattstiele untersucht, auf denen sich überall nur sehr wenige Haare der Sorte 1 fanden. An einem dieser Bastarde zeigten die Blüten folgendes Verhalten:

Blütenstiel mit nur sehr wenigen Haaren der Sorte 1.

Kelche mit spitzen, der Blumenkrone anliegenden Zipfeln, am Grunde ausgebaucht, auf seiner Außenseite ziemlich viele Haare der Sorte 1. Die Nektarhaare nicht den ganzen Kelchgrund einnehmend, sondern einen Ring um die Basis der Blumenblätter freilassend.

Blumenblätter schmutzig orange, mit rosa Adern, plötzlich benagelt, Rand der Nagelbasis behaart.

Von den übrigen Blütenteilen wurden keine Beobachtungen aufgezeichnet.

Wenn wir nun die soeben besprochenen Bastarde näher untereinander vergleichen, so finden wir, was nicht näher nachgewiesen zu werden braucht, daß die einzelnen derselben, welche aus einer und

derselben Frucht entsprungen sind, in ebenso weiten Grenzen Verschiedenheit zeigen, wie die aus verschiedenen Früchten erwachsenen Bastarde.

Alle Bastarde zeigen in den näher untersuchten Punkten ein Hin- und Herschwanken zwischen ihren Eltern, in den einen Punkten mehr dem Vater, in anderen mehr der Mutter gleichend, in noch anderen in der Mitte zwischen beiden stehend.

Die an Länge sehr variierenden Blattstiele haben meistens einige von den für die Blattstiele von Abutilon Tonellianum und überhaupt für A. Tonellianum charakteristischen einzelligen Haare der Sorte 1; einigen hingegen fehlen diese, auch bei A. Darwini ganz mangelnden Haare vollständig, hingegen wird nie der Reichtum an diesen Haaren, wie ihn der Blattstiel von A. Tonellianum zeigt, erreicht.

Auch an den Blütenstielen sind diese bei A. Tonellianum hier zahlreichen Haare nur spärlich vorhanden.

Der Kelch zeigt an seiner Basis meist eine schwächere Ausbauchung als bei A. Tonellianum, seine Zipfel liegen meist wie bei A. Darwini der Blumenkrone eng an. Die Außenseite des Kelches zeigt die Haare der Sorte 1 meist nur spärlich, und wenn stärker, nie so dicht wie bei A. Tonellianum. Die Nektarhaare nehmen entweder den ganzen Kelchgrund ein, oder lassen einen Ring um die Blumenblattbasis frei.

Die Blumenblätter laufen verschieden schnell in ihren Nagel aus und zeigen namentlich darin eine große Verschiedenheit, daß bei den einen Bastarden an der Basis dieser Nägel sich gar keine Haare finden, wie bei A. Tonellianum, bei den anderen diese Haare mehr oder weniger stark ausgebildet sind, wenn auch nie so dicht wie bei A. Darwini. In der Farbe sind die Blumenblätter, abgesehen von Schwankungen in der Helligkeit, mehr oder weniger untereinander ähnlich, indem sie auf schmutzig orange Grund schmutzig rosa Adern zeigen und so im Mittel stehen zwischen den Blumenblattfarben der beiden Eltern; nie wurden so gelbe Blüthen wie bei A. Tonellianum, oder so schön orange gefärbte wie bei A. Darwini beobachtet.

Auch Filamente und Griffel stehen durch schmutzig rosa Farbe im Mittel zwischen den beiden Eltern.

Der gut ausgebildete Pollen neigt meist durch orange Farbe zu A. Darwini, noch mehr thun dies aber die Narben durch ihre meist dunkelrote Färbung.

Auf der anderen Seite neigen die Früchte mehr zu A. Tonellianum hin, indem sie meist mehr als 10 Fächer haben, aber namentlich dadurch, daß an ihnen die eigentümlichen langgestielten Haarbildungen der Sorte b stark entwickelt sind, wenn auch nicht in allen Fällen in dem Maße wie bei A. Tonellianum.

Kurz gefaßt neigt bei diesen Bastarden die Behaarung der Blatt- und Blütenstiele sowie der Kelche mehr zu derjenigen von A. Darwini, ebenso wie die Lage der Kelchzipfel; die Form der Blütenblätter und die Glätte ihrer Nagelränder ist wieder mehr der von A. Tonellianum ähnlich, während die Farbe der Blütenblätter in der Mitte zwischen A. Darwini und Tonellianum steht, ebenso die Farbe von Filamenten und Griffeln. Der Pollen ist mehr dem von A. Darwini ähnlich, die Narben durch ihre blutrote Färbung denjenigen von A. Darwini fast ganz gleich, während die Behaarung der Kapseln wieder fast ganz derjenigen von A. Tonellianum gleich kommt. Wir finden hier also ein buntes Gemisch der Eigenschaften beider Eltern in den verschiedensten Kombinationen und können nur in einzelnen Fällen sagen, daß entweder die Eigenschaften von A. Tonellianum oder die von A. Darwini vorwiegen.

Abutilon Darwini bestäubt mit Abutilon Tonellianum.

Bei den im März und April 1886 vorgenommenen Bestäubungen von Abutilon Darwini mit A. Tonellianum fingen zwar in allen bestäubten Blüten die Fruchtknoten an zu schwellen, die meisten der so angesetzen Früchte fielen aber vor ihrer Reife ab, so daß sich zu dieser Zeit eine Verschiedenheit in der Bastardierungsfähigkeit des Abutilon Darwini mit A. Tonellianum von der umgekehrten Bestäubung zeigte. Die 3 erzielten, Ende Mai reifenden Kapseln enthielten 23, 26 und 37 Samen. Ende Mai wurden 4 neue Bestäubungen vorgenommen, welche nun alle gute große Kapseln zur Folge hatten, die Anfang Juli reiften und 41, 47, 51, 57 Samen enthielten. Hiernach scheint die Bestäubungsfähigkeit der beiden Abutilonarten untereinander eine ziemlich gleiche zu sein.

Auch hier wurden die Samen der einzelnen Kapseln getrennt gesät, wie bei der vorher besprochenen Bastardierung, und auch hier zeigte sich wie dort, daß die aus einer und derselben Kapsel entsprungenen Bastarde ebenso voneinander verschieden waren, wie die aus den Samen verschiedener Kapseln erwachsenen. Im ganzen wurden 36 Bastarde miteinander verglichen, von denen

aber nur einige bis zur Blüte beobachtet wurden, welche daher im folgenden hauptsächlich nur zu kurzer Besprechung kommen sollen.

Bastarde aus Kapsel 1.

Von den beobachteten Bastarden hatten einige gar keine Haare der Sorte 1 am Blattstiel, die anderen nur ganz wenige; von den letzteren wurden 2 näher beobachtet. Es zeigten sich bei dem einen:

am Blütenstiel sehr wenige Haare der Sorte 1.

Kelch unten etwas ausgebaucht, seine Zipfel der Blumenkrone eng anliegend; auf der Außenseite viele Haare der Sorte 1; der ganze Grund des Kelches mit Nektarhaaren bedeckt.

Blumenblätter plötzlich benagelt, an den Rändern der Nagelbasis einige Haare der Sorte 7; Farbe schmutzig orange mit schmutzig rosa Adern.

Pollen fast aller normal, orange wie bei A. Darwini, aber größer als dort. Narbenpapillen dunkelrot.

Fruchtknoten außer den Haaren der Sorte 4, viele der Sorte 6, deren Stiel aber noch nicht so stark entwickelt ist wie bei A. Tonellianum. Die Früchte glichen in Form und Behaarung fast ganz denen von A. Tonellianum, von 6 beobachteten Kapseln hatten hingegen 5 nur 10 Fächer wie A. Darwini, eine deren 12.

Der andere Sämling aus derselben Kapsel zeigte:

an dem Blütenstiele äußerst wenige Haare der Sorte 1.

Die Kelchzipfel der Blumenkrone eng anliegend; auf der Außenseite des Kelches ziemlich viele Haare der Form 1. Im Grunde des Kelches ein von Nektarhaaren kahler Ring um die Basis der Blumenblätter.

Blumenblätter schmutzig orange mit schmutzig rosa Adern; die Spreite in den Nagel nicht so plötzlich verschmälert wie bei A. Tonellianum, an der Basis des Nagels gar keine Haare.

Staubgefäße, Griffel und Narben wie bei den anderen Bastarden.

Frucht 10—12-fächerig, in Form und Behaarung ähnlich A. Tonellianum, aber kleiner.

Es zeigten sich also diese beiden Bastarde in mehreren Punkten voneinander verschieden, während sie in anderen sich glichen.

Die Bastarde der Kapsel 2

zeigten alle an den Blattstielen nur ganz wenige Haare der Sorte 1.

Bastarde der Kapsel 3.

An den Blattstielen zeigten sich Verschiedenheiten im Vorkommen von Haaren der Sorte 1, welche in den einen Falle ganz fehlten, in den anderen zwar vorkamen, aber immer nur in sehr geringer Anzahl. Nur 2 von ihnen wurden bis zur Blüte näher beobachtet.

Bastard a.

Blattstiel mit ganz wenig Haaren der Sorte 1.

Blütenstiele ohne alle Haare der Sorte 1.

Kelchzipfel den Blütenblättern anliegend, an der Basis ausgebaucht, außen sehr wenige Haare der Sorte 1, zwar breites Nektarium im Kelchgrunde, aber ein kahler Ring um die Basis der Blumenblätter.

Blumenblätter plötzlich benagelt, schmutzig orange mit schmutzig rosa Adern, Rand der Nagelbasis mit wenigen Haaren der Sorte 7.

Filamente hellorange, Griffel schmutzig rot, Narben schwarzrot.

Bastard b.

Blattstiele mit sehr wenig Haaren der Sorte 1.

Blütenstiel ebenso.

Kelchzipfel der Blumenkrone anliegend, Kelch unten ausgebaucht, außen mit vielen Haaren der Sorte 1, Grund ganz mit Nektarium bedeckt.

Blumenkrone schmutzig orange mit schmutzig rosa Adern; an den Rändern der Nagelbasis zahlreiche Haare der Sorte 7.

Fruchtknotenfächer meist 10; ausgewachsene Kapsel fast so groß wie bei Abutilon Tonellianum, auch die Behaarung fast ebenso wie dort, nur die Haare der Sorte 6 haben einen dünneren und außen glatteren Stiel.

Bastarde der Kapsel 4.

An den Blattstielen zeigten viele dieser Bastarde gar keine Haare der Sorte 1, in einem Falle hingegen fanden sich deren sehr viele.

Bastard a.

Blattstiele mit ganz wenigen Haaren der Form 1.

Blütenstiele ebenso.

Kelchzipfel der Blumenkrone anliegend, Basis des Kelches ausgebaucht, außen wenige Haare der Sorte 1; kahler Ring um die Basis der Blumenblätter.

Blumenblätter plötzlich benagelt, schmutzig orange mit schmutzig rosa Adern; Rand der Nagelbasis ganz haarlos.

Fruchtknoten 9—11-fächerig, in 30 Blüten 10-fächerig, also wie bei A. Darwini; hingegen ausgewachsene Frucht so groß wie bei A. Tonellianum, auch die Behaarung fast ebenso wie dort.

Bastard b.

Blattstiel ohne Haare der Sorte 1, Blütenstiele fast gar keine Haare der Sorte 1.

Kelchzipfel ein wenig von der Blumenkrone abstehend. Außenseite fast gar keine Haare der Sorte 1, um die Blumenblattbasis ein kahler Ring.

Blumenblätter schmutzig orange mit schmutzig rosa Adern, plötzlich benagelt, an den Rändern der Nagelbasis mit Haaren.

Bastard c.

Blattstiele mit ziemlich vielen Haaren der Sorte 1.

Blütenstiele ganz wenig Haare der Sorte 1.

Kelchzipfel der Blumenkrone anliegend, ziemlich viele Haare der Form 1, um die Basis der Blumenblätter kahler Ring.

Blumenblätter schmutzig hellorange mit schmutzig hellrosa Adern, plötzlich benagelt, Rand der Nagelbasis behaart.

Frucht meist 10-fächerig wie bei A. Darwini, aber die Form und Behaarung wie bei A. Tonellianum.

Bastarde der Kapsel 5.

Die Blattstiele waren auch hier bei den einen Bastarden ganz ohne die Haarsorte 1, bei den anderen mit ganz wenigen solcher Haare versehen.

Bastard a.

Blütenstiele mit ganz wenigen Haaren der Sorte 1.

Kelchzipfel anliegend, Kelchbasis ausgebaucht, wenige Haare der Sorte 1, Kelchgrund ganz mit Nektarhaaren bedeckt.

Blumenblätter plötzlich benagelt, fast gleichmäßig schmutzig hellrosaorange, mit schmutzig rosa Adern, die wenig hervortreten. Rand der Nagelbasis behaart, dadurch von dem sonst sehr ähnlichen Bastard b abweichend.

Frucht 8—10-fächerig, Behaarung ähnlich wie bei A. Tonellianum, nur die Haare der Sorte 6 nicht ganz so stark wie dort entwickelt.

Bastard b.

Blattstiele mit wenigen Haaren der Sorte 1.

Blütenstiele ohne alle Haare der Sorte 1.

Kelchzipfel anliegend, Kelchbasis ausgebaucht, kahler Ring um die Blumenblattbasis, Kelch außen ohne alle Haare der Sorte 1.

Blumenkrone fast so groß wie bei A. Tonellianum, Blumenblätter plötzlich benagelt, fast gleichmäßig hellorange; die hellen schmutzig rosa Adern kaum hervortretend, Ränder der Nagelbasis ganz unbehaårt.

Frucht 10—11-fächerig, in Größe und Behaarung fast ganz gleich A. Tonellianum.

Die Bastarde aus der Kapsel 6 zeigten wie die vorigen auf dem Blattstiel entweder gar keine oder sehr wenige Haare der Sorte 1.

Nach dieser Beschreibung einer Reihe der durch Bestäubung von Abutilon Darwini mit A. Tonellianum erzeugten Bastarde dürfte es überflüssig sein, genauer darauf einzugehen, wie diese Bastarde sich zueinander und zu ihren Eltern in bezug auf die einzelnen untersuchten Punkte verhalten. Alles, was in der Zusammenfassung über die entgegengesetzt erzeugten Bastarde S. 439 gesagt wurde, gilt auch hier, und es zeigt sich, daß die vorliegenden Bastarde jenen ganz ähnlich sich verhalten in dem Maße, daß man die einen von der anderen nicht unterscheiden kann.

Die Resultate dieser Bastardierungen sind hiermit die gleichen wie bei den Kreuzungen von Cistus ladaniferus und C. laurifolius, indem sie zeigen, daß ein Unterschied in den Bastarden hier nicht vorkommt, gleichviel, ob Abutilon Tonellianum der Vater oder die Mutter derselben ist. Weiter zeigt sich, daß die aus verschiedenen Kapseln entsprungenen Bastarde nicht mehr voneinander abweichen, als die aus einer und derselben Kapsel entstandenen.

Die Eigenschaften dieser Bastarde sind in der verschiedensten Weise aus denen der beiden Eltern zusammengesetzt; die einen, wie z. B. die Behaarung der Früchte, neigen mehr zu A. Tonellianum, während andere, wie z. B. die Behaarung der Blatt- und Blütenstiele und die Farbe der Narben, mehr denjenigen von A. Darwini ähnlich sind; im Mittel zwischen beiden Eltern steht aber überall die Farbe der Blumenblätter, welche meist ein schmutzig oranges Aussehen haben und dadurch in einen großen Gegensatz gegen das leuchtende Orange des Abutilon Darwini und das schöne Schwefelgelb von A. Tonellianum treten. So sind denn

diese Bastarde für die Gärtnerei kaum von Wert, es müßte denn sein, daß auch hier der Geschmack an unscheinbaren nicht leuchtenden Farben Mode würde.

Hinzuzufügen bleibt noch einiges über die Fruchtbarkeit dieser Bastarde, über welche allerdings nicht genauer eingehende Experimente angestellt wurden. Die in den beiden verschiedenen Weisen erzeugten Bastarde wurden untereinander, aber weit entfernt von den beiden elterlichen Arten kultiviert, und ihre Blüten der Thätigkeit der Insekten überlassen, worauf alle ohne Ausnahme Früchte mit guten Samen bildeten, was auch geschah, als im Herbst 1888, wo zu ihrer Blütezeit die Exemplare von Abutilon Tonellianum und Darwini zufällig durch verwahrloste Kultur ganz blütenlos waren, so daß jede Bestäubung mit den elterlichen Arten ausgeschlossen war. Diese Bastarde sind also untereinander vollständig fruchtbar, wie man auch schon nach der Beschaffenheit des Pollens und der Narben erwarten konnte. Diese Fruchtbarkeit ist um so bemerkenswerter, als die Eltern scharf voneinander geschiedene Arten sind. Weitere Experimente mit den aus der Vereinigung der Bastarde untereinander erzeugten Samen stellte ich einstweilen nicht an.

III. Bastardierungen zwischen Chamaedorea Schiedeana und Chamaedorea Ernesti Augusti.

An Palmen scheinen noch keine bemerkenswerten Bastardierungsversuche vorgenommen worden zu sein, denn Focke erwähnt in seinem Werke über die Pflanzenmischlinge keines Beispieles aus dieser Familie, sagt auch direkt[1]), daß unter anderen auch diese Familie noch gar nicht auf ihre Geneigtheit zur Bastardierung geprüft worden. Hiermit ist nicht ausgeschlossen, daß von Gärtnern hier und da Palmenbastarde gezogen worden, jedenfalls ist dies aber nicht in dem Sinne geschehen, um die Ähnlichkeit oder Verschiedenheit der beiden zwischen 2 Arten erzeugten Bastardreihen festzustellen, und so dürfte mein Beitrag zu den Bastardierungserscheinungen von einigem Werte sein, den ich damit liefere, daß ich die Erfolge von Kreuzungen beschreibe, welche ich zwischen 2 Chamaedoreaarten vorgenommen habe, die in den Gewächshäusern überall häufig sind, nämlich zwischen Chamaedorea Schiedeana und Ch. Ernesti Augusti.

1) Focke, Die Pflanzenmischlinge, S. 452.

Ich beginne wieder mit der Beschreibung der einzelnen Arten unter Hervorhebung derjenigen Punkte, in denen sie hauptsächlich verschieden voneinander sind.

Chamaedorea Schiedeana.

An den Keimlingen von Chamaedorea Schiedeana haben die ersten 3—4 Blätter noch keine getrennten Seitenfiedern, sondern bestehen aus einer einzigen, am Ende mit tief einspringenden Winkeln versehenen und dadurch gewissermaßen zweiflügeligen Spreite. Schon beim fünften Blatt finden sich an dessen Spindel unterhalb der endständigen Spreite entweder an einer oder an beiden Seiten 1—2 von jener Spreite abgesetzte Seitenfiedern, welche mit dem Alter der Pflanze an Zahl zunehmen, bis sie an jeder Seite die Zahl 4—6 erreicht haben (Taf. XXV, Fig. 4). An 4 Keimlingen waren diese Zahlen dieser Fiederblätter an den aufeinanderfolgenden Blättern links und rechts folgende:

	links	rechts		l.	r.		l.	r.		l.	r.
1)	2 —	1	2)	2	2	3)	1	0	4)	1	2
	3 —	2		3	4		3	2		2	3
	3 —	3		4	3		4	3		4	3
	3 —	4		6	5		4	5		5	4
	5 —	5		6	5		4	5		5	4
	4 —	5		6	5		5	4		5	5
	4 —	6		5	5		6	6		4	4
							6	6			

Aus diesen Zahlen sieht man zweierlei, nämlich einmal, daß die Zahlen der Fiedern auf den beiden Seiten der Spindel eines Blattes meist verschieden sind, nnd weiter, daß die Zahlen dieser Fiedern an den verschiedenen Pflanzen verschieden schnell zunehmen.

Obgleich die Blätter von Chamaedorea Schiedeana und Ch. Ernesti Augusti im anatomischen Bau sich nicht besonders voneinander unterscheiden, derselbe also bei den aus diesen beiden Arten erzeugten Bastarden wegen etwaiger Vermischungen der elterlichen Charaktere nicht von Bedeutung sein kann, sei es doch gestattet, auf denselben kurz einzugehen, um zu zeigen, wie durch denselben eine große Haltbarkeit der Blätter hervorgebracht wird:

Die Blattfiedern werden von Gefäßbündeln, von Bastzellsträngen und von einzelnen Bastzellen der Länge nach durchzogen. Gerade quer zu diesen Strängen sind die Längsdurchmesser der unter der Oberhaut auf beiden Blattseiten liegenden Chlorophyllzellen

gestreckt. Eine dritte zu diesen beiden Zellsorten schiefe Richtung zeigen die Oberhautzellen, welche länglich sind und mit den spitz zulaufenden Enden ineinandergreifen. Die Schiefstellung dieser Zellen ist auf der Oberseite der Fiedern dieselbe wie auf der Unterseite.

Nachdem die Pflanzen mehrere Jahre alt geworden, beginnen sie zu blühen. Die Blütenstände treten in 2—4 aufeinanderfolgenden Blattachseln in jeder Blühperiode auf, und der erste Blütenstand der nächsten Blühperiode folgt immer unmittelbar auf den letzten, so daß, wenn die Pflanze einmal begonnen hat zu blühen, dieses Blühen in bezug auf die Blattachseln in ausnahmslos ununterbrochener Reihenfolge geschieht.

Die Blütenstände der weiblichen Pflanze sind zur Zeit, wo ihre Blüten aufgehen, ganz aufrecht oder nur sehr wenig umgebogen, noch nicht hängend, was erst bei den mit reifenden Früchten versehenen Fruchtständen der Fall ist. Sie haben vor ihrer Verzweigung einen etwa 40 cm langen Stiel, an welchem sich 2—3 Scheidenblätter befinden, die schon lange vor dem Aufgehen der Blüten ganz trocken sind. Die Seitenzweige sind in der Anzahl von 5—15 vorhanden und besitzen eine Länge bis zu 15 cm; sie stehen von der Mittelachse nach allen Seiten ab. Diese Achsen, an denen die Blüten eingesenkt sitzen, sind meist schwach dreikantig und dicker als der Durchmesser der Blüten. Jeder Zweig trägt etwa 40 Blüten, welche etwa 2 mm voneinander entfernt stehen und 2 mm im Durchmesser haben. Sie bestehen aus 3 weißlichen Kelchblättchen und 3 orangefarbenen kahnförmigen Blütenblättern, welche nie weit voneinander weichen, so daß man sich die Bestäubung durch ihre Entfernung erleichtert. Der oberständige Fruchtknoten ist dreirippig und die Papillen seiner dreilappigen Narbe sind etwa dreimal so lang wie dick.

Nach der Bestäubung bilden sich mehrfach im Anfange die Samen in allen 3 Fruchtknotenfächern aus; bald bleiben aber 2 in der Weiterbildung stehen, so daß an den zur Reifezeit der Früchte dunkelorange gefärbten Spindeln, die schwarzen, glänzenden, kuglig-länglichen Beeren von ca. 10 mm Durchmesser nur einzeln sitzen; selten bilden sich 2 oder gar 3 Beeren aus einer Blüte.

Nebenbei sei bemerkt, daß wir hier einen wohl nicht häufig vorkommenden Fall haben, wo nicht die Farbe der Beerenfrüchte selbst und allein es ist, welche die zur Verbreitung dienenden

Tiere anlockt, sondern die Achse, an welcher die Beeren sitzen, hauptsächlich die Anlockungsfunktion hat. Im vorliegenden Falle erhält sich die leuchtende Farbe der Fruchtstandachsen ungemein lange, manchmal bis zur Reifezeit der Früchte von der nächsten Blühperiode.

An der männlichen Pflanze ist die Spindel des Blütenstandes, welcher hier wie bei der weiblichen Pflanze 3, schon sehr früh trockenhäutig werdende Blätter trägt, bis zum Beginn der Seitenzweige aufrecht, von dort ab aber hängend. Sie trägt gegen 30 Seitenzweige, welche an ihrer Basis horizontal abstehen, an ihrer Spitze etwas hängen. Sie sind etwa 18 mm lang und die untersten tragen manchmal einige Seitenzweige. Alle Zweige sind ziemlich dünn und ihr Durchmesser ist geringer als derjenige der Blüten; sie sind fast drehrund, indem sie nur wenig hervorstehende Kanten haben. Jeder Zweig trägt etwa 100 Blüten von ca. 2,5 mm Durchmesser. Dieselben besitzen 3 sehr kurze weißliche Kelchblätter, 3 orangefarbene, kahnförmige Blütenblätter und 6 Staubgefäße in 2 Kreisen. Der trockene Pollen ist länglich, außen netzig, mit einer Längsfurche. Beim Schütteln der Blütenstände tritt er in schnell sich senkenden Wolken hervor. In der Mitte der Blüte steht ein unausgebildetes Pistill, bestehend aus einer vielleicht Honigsaft ausscheidenden Anschwellung, auf welcher ein Griffel mit narbenartigen Lappen sitzt, die aber eine ganz glatte Oberfläche haben, an welcher keine Pollenkörner haften bleiben.

Chamaedorea Ernesti Augusti.

Bei Chamaedorea Ernesti Augusti behalten die Blätter stets jene Form, wie sie die ersten Blätter von Ch. Schiedeana zeigen; sie sind nämlich stets ganz einfach (Taf. XXV, Fig. 5), an der Spitze mit tief einspringendem Winkel; sie übertreffen stets den Endteil der gefiederten Blätter von Ch. Schiedeana, dem sie sonst in der Form ähnlich sind, an Größe um ein mehrfaches. Ihr anatomischer Bau ist fast ganz dem von Ch. Schiedeana gleich, so daß also in dieser Richtung bei Untersuchung der aus beiden Arten gezogenen Bastarde die Vergleiche von keiner Bedeutung sein konnten.

Das Auftreten und die ununterbrochene Reihenfolge der Blütenstände ist dem von Ch. Schiedeana beschriebenen ganz gleich.

Die Blütenstände der weiblichen Pflanze haben einen etwa 5—6 cm langen, ganz aufrechten Stiel, welcher im Gegensatz zu

Ch. Schiedeana von etwa 5 Scheidenblättern eingeschlossen ist, welche zur Blütezeit, ja sogar noch zur Zeit der Fruchtreife, nur am oberen Teile abgedürrt sind.

Weiter ist von Ch. Schiedeana abweichend, daß der Blütenstand von Ch. Ernesti Augusti in einer ganz einfachen, drehrunden, etwa 30—35 mm langen und 10 mm dicken Spindel besteht. Von dieser Einfachheit der Blütenstände hatte man in Kew niemals, nach Aussage von Mr. Nichelson, eine Ausnahme beobachtet, hingegen sah ich vor einigen Jahren in Karlsruhe einen Blütenstand mit einer Seitenachse und ebenso beobachtete ich im Freiburger botanischen Garten im Jahre 1887 an einem 20 Jahre alten Exemplar unter den 4 Blütenständen einen, welcher neben der Hauptachse einen dieser gleich langen Seitenzweig gebildet hatte, woran sich im folgenden Jahre eine ähnliche Bildung schloß.

Die weiblichen Blüten sind denen von Ch. Schiedeana sehr ähnlich und unterscheiden sich hauptsächlich von diesen durch ihren größeren Umfang, wobei sie aber doch im Durchmesser gegenüber dem Durchmesser der Spindel, an der sie sitzen, zurückbleiben. Sie eignen sich hiernach nicht besonders zu vergleichenden Untersuchungen in bezug auf die zwischen Chamaedorea Schiedeana und Ch. Ernesti Augusti erzeugten Bastarde.

Die Beeren stehen hier noch viel seltener zu zweien oder gar zu dreien beisammen als bei Ch. Schiedeana, sie sind länglicher und größer als diese, indem sie bei einer Dicke von 10 mm eine Länge von 15 mm erreichen. Auch hier färbt sich die Spindel, an der sie sitzen, zu ihrer Reifezeit orangeroth und bleibt noch lange ansehnlich, wenn die Beeren schon längst abgefallen sind.

Die Blütenstände der männlichen Pflanze sind ganz aufrecht und haben an ihrem unteren Teil, welcher etwa 40 cm lang ist, wie die weiblichen 4 Scheidenblätter, welche bis zur Entfaltung der Blüten noch ganz grün sind. Sie tragen an einer Hauptachse 40—50 ganz horizontal abstehende Seitenzweige.

Auch die männlichen Blüten von Chamaedorea Ernesti Augusti sind denen von Ch. Schiedeana ganz ähnlich und zeichnen sich von diesen nur durch den etwas größerem Umfang aus.

Stellen wir nun aus den vorhergehenden Beschreibungen von Chamaedorea Schiedeana und Ch. Ernesti Augusti diejenigen Merkmale gegenüber, durch welche beide Arten sich besonders voneinander unterscheiden, so sind es folgende:

Ch. Schiedeana.	Ch. Ernesti Augusti.
Blätter:	
gefiedert, mit unpaariger 2-lappiger Endfieder	einfach, 2-lappig.
Stiel der Blütenstände mit trockenhäutigen Scheidenblättern	Scheidenblätter fast ganz grün
Weiblicher Blütenstand:	
verzweigt, Achsen kantig	unverzweigt, drehrund
Fruchtstände:	
hängend	aufrecht
Frucht:	
mehr kugelig	länglich
Männliche Blütenstände:	
hängend.	aufrecht.

Chamaedorea Schiedeana bestäubt mit Chamaedorea Ernesti Augusti.

Im Frühjahr 1881 bestäubte ich die Blütenstände einer Chamaedorea Schiedeana mit den Pollen von Ch. Ernesti Augusti und erzielte dadurch eine nicht näher gezählte Menge von Früchten, aus denen ich 6 Pflanzen erzog, welche bis zum Frühjahr 1884 alle etwa 7 Blätter entwickelt hatten, die noch vollständig einfach waren, während an den Keimlingen von Ch. Schiedeana meistens schon an dem 5. Blatte Seitenfiederchen auftreten. Erst nach dem 8. oder 9. Blatt erschienen hier Seitenfiedern und zwar der Zahl nach an den aufeinanderfolgenden Blättern in sehr verschiedener Weise, wie die nähere Beschreibung der einzelnen Bastarde zeigen wird.

An allen Blättern war stets der zweilappige endständige Teil bedeutend größer als an den Blättern von Ch. Schiedeana und zeigte so, neben dem im ganzen viel robusteren Ansehen des Blattes eine starke Abweichung von dem der reinen Ch. Schiedeana.

Bastard 1.

Die Seitenfiedern waren an den aufeinanderfolgenden Blättern hinter dem 7. der Zahl nach, links und rechts — vom Centrum des Stammes aus gesehen — folgende: 1. 1. — 2. 2. — 1. 1. — 3. 3. — 5. 4. — 2. 4. — 2. 5. — 4. 5. — 6. 5. (in der Achsel dieses Blattes entwickelte sich im Dezember 1887 der erste männliche Blütenstand) 5. 5. — 4. 4. — 4. 5. — 4. 6. — 4. 6. — 4. 5. — 6. 4. — 5. 4.

Die männlichen Blütenstände, deren sich 2 im Winter 1887—88

entwickelten, hatten ganz aufrechte Stiele wie bei Ch. Ernesti Augusti, an denen aber die Deckblätter schon lange vor der Blütezeit, wie bei Ch. Schiedeana, vollständig trockenhäutig waren. Diese Blütenstände trugen nur 14 Seitenzweige und hatten ein krankhaftes Ansehen, so daß sie nicht weiter beobachtet wurden.

Bastard 2.

Nach den ersten 7 einfachen Blättern zeigten die späteren stets mit sehr großen Edelfiedern versehenen folgende Anzahlen ihrer Seitenfiedern: 1. 1. — 2. 2. — 2. 2. — nun folgte ein ganz einfaches, denen von Ch. Ernesti Augusti ganz gleiches Blatt. 1. 1. — 1. 1. — 3. 2. — 4. 3. — 4. 4. — 4. 3. — 3. 3. — 3. 4. — 3. 4. Der erste Blütenstand, welcher im März 1888 auftrat, zeigte, daß die Pflanze männlich sei. Sein Stiel bis zum Entspringen der blütentragenden Seitenzweige war 35 cm lang und ganz aufrecht; seine Deckblätter waren schon lange vor dem Aufgehen der Blüten ganz trockenhäutig. An der Ursprungsstelle der untersten Seitenzweige, die im ganzen 32 an Zahl waren, bog er sich horizontal um, war also in dieser Beziehung eine Mittelbildung zwischen den beiden Eltern. Die Blüten enthielten gute Pollenkörner, welche nicht zusammengeballt waren und beim Schütteln der Blütenstände davonflogen. Derselbe wurde zur Bestäubung eines Blütenstandes des Bastard 3 — siehe unten — benutzt, worauf dieser eine ungeheure Masse von Früchten ansetzte.

Bastard 3.

Etwa 9 der ersten Blätter waren ganz einfach wie die von Chamaedorea Ernesti Augusti, dann traten solche mit Seitenfiedern auf, bei sehr großem zweilappigen Endteil, und zwar links und rechts in folgender Anzahl: 1. 2. — 2. 2. — 2. 2. — 2. 2. — 3. 2. — 3. 1. — nun wieder ein ganz einfaches Blatt, 1. 1. — 2. 2. — endlich wieder ein fast ganz einfaches Blatt, indem nur an der linken Seite ein Fiederchen sich von der großen Spreite losgelöst hatte und von dieser an der Blattspindel ein Stück abgerückt stand (Taf. XXV, Fig. 7).

Im März 1888 zeigten sich die 2 ersten männlichen Blütenstände von kräftiger Natur. Ihre 40—50 cm langen, von trockenhäutigen Scheidenblättern eingehüllten Stiele waren ganz aufrecht, nur dort, wo die blütentragenden Seitenzweige begannen, bog sich, wie bei Bastard 2, die Hauptachse mehr oder weniger horizontal um. Diese Seitenzweige, 46 an Zahl, waren denen von Ch. Ernesti Augusti sehr ähnlich und trugen jeder über 70 Blüten. In den

Antheren war der Pollen nicht klumpig zusammengeballt wie bei den später zu beschreibenden Bastarden I und II, sondern die einzelnen Körner flogen beim Schütteln isoliert leicht heraus und schienen alle gut ausgebildet zu sein, denn sie schwollen im Wasser kugelig an wie diejenigen der beiden Eltern. Im Zentrum der Blüte war ein kurzer Griffel, mit dreilappigem, aber vollständig papillenlosem Gipfel, an dem keine Pollenkörner haften blieben.

Daß der Pollen dieses Bastardes die Fähigkeit hatte zu befruchten, zeigte eine Bestäubung, welche mit demselben an einem Blütenstand der reinen Ch. Ernesti Augusti vorgenommen wurde, infolge wovon sich sehr viele Früchte bildeten.

Bastard 4.

Zuerst zeigten sich etwa 9 ganz einfache Blätter, dann solche mit seitlichen Fiedern, bei sehr großen 2-lappigem Endteil, in folgenden Zahlen: 1.1. — 1.2. — 2.3. — 2.2. — 3.2. — 3.3. — 2.1. — 2.2. — 2.2. — 2.2. — 4.4. und nun eine sehr eigentümliche Mittelbildung zwischen den Blättern von Ch. Schiedeana und Ch. Ernesti Augusti, wie sie Taf. XXV, Fig. 8 darstellt: nämlich an der linken Seite des Blattes ein Teil des breiten Endfieders an der Basis etwas abgerückt, aber nur zur Hälfte losgelöst, dann ein abgerücktes, ganz losgelöstes Fiederchen; auf der rechten Seite drei von dem großen Endfieder abgerückte Fiederchen, von denen aber die beiden oberen an ihrer Spitze mit dem Endfieder und untereinander ganz fest zusammenhängen.

Die im März 1888 auftretenden beiden männlichen Blütenstände hatten einen 30 cm langen, von trockenhäutigen Deckblättern eingehüllten, ganz aufrechten Stiel, der auch weiter nach oben hin sich nicht umbog, indem der Teil des Blütenstandes, welcher die 31 und 35 Blütenstände trug, ganz gerade aufrecht stand. Zur Blütezeit stäubte auch hier der Pollen aus den Antheren hervor, ohne klumpig zusammengeballt zu sein, war zum größten Teil normal und wurde benutzt, um den folgenden Bastard 5 zu bestäuben, was bei diesem einen ziemlich starken Fruchtansatz zur Folge hatte.

Bastard 5.

Nach den 8 ersten einfachen 2-lappigen Blättern hatten die mit sehr großem Endfieder versehenen gefiederten Blätter folgende Anzahl von Seitenfiedern: 3.3. — 3.3. — 3.4. — 3.4. — 4.4. — 3.3. — 6.5. — 4.5. — 4.5. — 5.5. — 4.3., Taf. XXV, Fig. 9.

Schon im Dezember 1886 zeigte sich der erste weibliche Blütenstand, der ganz aufrecht war und sich in 3 blütentragende Äste gabelte. Sein Stiel war von ganz trockenhäutigen Blättern eingehüllt. Ihm folgte im März 1887 ein zweiter Blütenstand, welcher 4 Blütenäste trug. Daran schlossen sich im Frühjahr 1888 weitere 3 Blütenstände, der erste 6-achsig, der zweite 5-achsig und der dritte wieder 6-achsig. Die Stiele dieser Blütenstände waren bis zum Ursprung der Seitenachsen bis zu 50 cm lang, und ihre Scheidenblätter waren ganz trockenhäutig. Auch die blütentragenden Achsen waren denen von Ch. Schiedeana durch Dreikantigkeit sehr ähnlich und kaum dicker als jene, so daß man nur in der Anzahl dieser Achsen einen Unterschied von Ch. Schiedeana finden konnte. Die Blüten zeigten kaum einen Unterschied von denen der Ch. Schiedeana, sie waren ebenso klein wie diese und unterschieden sich dadurch sehr von dem später zu beschreibenden Bastard, wo Ch. Ernesti Augusti die Mutter war. Daß die weiblichen Organe wenigstens zum Teil gut entwickelt waren, zeigte die Bestäubung mit dem vorher besprochenen Bastard 4, nach welcher ziemlich viele, fast kugelige Früchte ansetzten. Hingegen war der Fruchtansatz sehr schwach, wenn Pollen von Bastard II — s. unten — genommen wurde, was von der Untauglichkeit dieses Pollens herrührte.

Bastard 6.

Die ersten 8 Blätter waren ganz einfach, darauf folgte eines mit 2 Fiedern auf der einen und einem Fieder auf der anderen Seite; hierauf ein solches, welches wieder fast ganz ungeteilt war, indem von seiner großen Spreite sich nur an der einen Seite ein Fieder halb abgelöst hatte (Taf. XXV, Fig. 6). Auf diese Mittelbildungen folgte dann wieder ein ganz einfaches Blatt und erst an dieses schlossen sich solche Blätter, bei denen der Einfluß von Ch. Schiedeana bei Bildung des Bastardes sich mehr bemerklich machte, indem sie unterhalb des großen Endfieders folgende Zahlen von Seitenfiedern zeigten: 1,2. — 2.2. — 3.3. — 1.2. — 3.3. — 1.3. — 2.2. — 3.3. — 4.4 — 3.4. — 3.3. — Nun kamen wieder zwei eigentümliche Mittelbildungen: bei einem Blatte nur rechts ein Fieder von der großen Spreite losgelöst und von ihr abgerückt; bei dem anderen (Taf. XXV, Fig. 8), außer einem solchen an der rechten und auch an der linken Seite abgerückt stehenden Fieder von der gewöhnlichen Breite, die linke Hälfte des großen endständigen Blattteils in 2 gleiche, nicht voneinander abgerückte

Teile gespalten, von denen die untere Hälfte wieder eine jedoch nur teilweise Spaltung von der Blattmittelrippe her zeigte.

Schon im Winter 1885 auf 1886, also 2 Jahre früher als bei den in ganz gleicher Weise kultivierten männlichen Bastarden, traten hier die ersten Blütenstände auf, welche aber nur 2 blütentragende Achsen hatten; die beiden des folgenden Winters waren dann 2-achsig und 3-achsig und die des Winters 1887 auf 1888 5-achsig und 4-achsig. Die Stiele aller dieser Blütenstände waren ganz aufrecht, 60—65 cm lang und trugen ganz trockenhäutige Scheidenblätter. Ihre blütentragenden Achsen waren 3-kantig wie bei Ch. Schiedeana und ebenso dick; ihre Blüten glichen ganz denen von Ch. Schiedeana, so daß man nach den Blüten diesen Bastard für eine Ch. Schiedeana hätte halten können; die Blätter zeigten aber deutlich den bei seiner Bildung stattgehabten Einfluß von Ch. Ernesti Augusti.

Es wurden an einem Blütenstande Bestäubungen mit Pollen von Ch. Schiedeana vorgenommen, deren Erfolg mehrere längliche Früchte waren, welche an Größe diejenigen von Ch. Schiedeana übertrafen, und aus denen ich 2 Keimpflanzen erzog, woraus hervorgeht, daß die weiblichen Blüten des Bastards auch funktionell — wenigstens ein Teil derselben — ausgebildet waren. Auch später vorgenommene Bestäubungen mit Bastard 2 und mit der reinen Ch. Schiedeana ergaben weitere starke Fruchtansätze; die Früchte waren hier mehr kugelig.

Nehmen wir nun einen Überblick über diese Bastarde und vergleichen dieselben mit ihren Eltern, so ergiebt sich folgendes:

Bei allen Bastarden waren nicht nur wie bei Ch. Schiedeana die ersten 3—4 Blätter ganz einfach, sondern die ersten 7—9, so daß sich schon hierin ein Abweichen von der Mutter, Ch. Schiedeana, und der Einfluß des Vaters, Ch. Ernesti Augusti, zeigte. Auf diese Blätter folgten dann solche, welche Mittelbildungen zwischen den Blättern der beiden Eltern waren. Sie zeigten nämlich außer einem Endfieder, welcher stets ganz bedeutend größer war als bei Ch. Schiedeana, seitliche Fiederblätter in sehr verschiedener Anzahl, welche aber meist unter der Anzahl von Fiedern von Ch. Schiedeana blieb, und wenn auch diese Anzahl manchmal der von Ch. Schiedeana gleich kam (Taf. XXV, Fig. 9), so zeigt doch immer der sehr große Endfieder den Einfluß von Ch. Ernesti Augusti. Außer diesen vorwiegend vorkommenden Mittelbildungen der Blätter zeigten sich dann aber, wie dies ja auch an anderen

Bastarden beobachtet worden, solche, welche dem einen der beiden Eltern ganz glichen, denn an den Bastarden 2, 3 und 6 trat nach einer Reihe von Mittelbildungen ein ganz einfaches Blatt, dem von Ch. Ernesti Augusti ganz gleich, auf, worauf wieder Mittelbildungen folgten. Besonders bemerkenswert war aber ein Blatt an dem Bastard 6 (Taf. XXV, Fig. 6), bei welchem die Einflüsse der beiden Eltern sozusagen im Kampfe lagen, wobei Ch. Ernesti Augusti nicht ganz, wie bei den soeben erwähnten Blättern, der Sieger blieb, indem an der Basis eines großen 2-lappigen denen von Ch. Ernesti Augusti gleichen Blattes sich ein Seitenfiederchen an der einen Seite zur Hälfte loslöste; in einigen anderen auf Taf. XXV, Fig. 8 u. 10 abgebildeten Fällen war, wie oben beschrieben, die Mittelbildung noch eigentümlicher. Im ganzen waren aber die Blätter Mittelstufen zwischen denen von Ch. Schiedeana und Ch. Ernesti Augusti (Taf. XXV, Fig. 9), und zeigten eine schönere Form als die von jeder der beiden Eltern, indem in ihnen das kompakte plumpe von Ch. Ernesti Augusti und das sparrige von Ch. Schiedeana vermieden war.

Von den 6 Bastarden erwiesen sich 2 als weiblich und es bildeten sich interessanterweise bei ganz gleichartiger Kultur der Sämlinge an diesen weiblichen Pflanzen die Blütenstände 1 und 2 Jahre früher als bei den 4 männlichen. Die Scheidenblätter aller Blütenstände, sowohl der männlichen als der weiblichen, zeigten den Charakter von Ch. Schiedeana, indem sie schon lange vor dem Aufgehen der Blüten ganz trockenhäutig waren.

Die weiblichen Blütenstände waren ganz aufrecht und dabei stets verzweigt, in zunehmender Anzahl der Seitenachsen, welche ebenso wie bei Ch. Schiedeana dreikantig waren und auch nicht besonders dicker als bei dieser. Auch die Blüten selbst waren denen von Ch. Schiedeana dem Aussehen nach ganz gleich, so daß man nach diesen Blütenständen hätte vermuten können, man habe Pflanzen von Ch. Schiedeana vor sich, bei denen ja auch die ersten Blütenstände junger Pflanzen nur wenige Seitenzweige haben. Die Form der Blätter zeigte aber deutlich den Einfluß von Ch. Ernesti Augusti.

Von den männlichen Blütenständen waren die von Bastard 1 ganz aufrecht, wie bei Ch. Ernesti Augusti, während diejenigen der Bastarde 2, 3 und 4 eine Mittellage zwischen denen der beiden Eltern einnahmen, indem die Hauptachse bei Beginn der Seitenachsen sich horizontal umbog, aber nie so hängend wurde, wie bei Ch. Schiedeana.

Stellen wir hiernach zum Schluß ganz kurz für einen übersichtlichen Vergleich mit den auf Seite 450 angegebenen unterscheidenden Merkmale der beiden Eltern die betreffenden Eigenschaften der Bastarde zusammen:

Blätter gefiedert, aber mit bedeutend größerem Endfieder als bei Ch. Schiedeana.

Blütenstände mit vertrockneten Scheideblättern wie bei Ch. Schiedeana:

weibliche verzweigt, denen von Ch. Schiedeana ähnlich,

männliche denen von Ch. Ernesti Augusti ähnlich, entweder ganz aufrecht oder nur horizontal umgebogen.

Chamaedorea Ernesti Augusti bestäubt mit Chamaedorea Schiedeana.

Im Frühjahr 1878 bestäubte ich eine Pflanze von Chamaedorea Ernesti Augusti mit dem Pollen von Ch. Schiedeana und erzielte hierdurch 3 Bastardpflanzen, welche sich folgendermaßen verhielten:

Bastard I.

Noch das fünfte Blatt war ganz ungefiedert wie bei der erwachsenen Ch. Ernesti Augusti, aber schon das sechste zeigte an seiner Basis den Einfluß des Vaters, Ch. Schiedeana, durch Bildung eines vollständig getrennten Seitenfieders. Solche Seitenfiedern traten nun an den weiter sich bildenden Blättern in folgender Anzahl links und rechts auf: 2.4. — 2.3. — 4.5. — 5.4. — 4.5. — 5.6. — 6.5. — 5.6. — 5.6. — 5.5. — 5.7. — 5.6. — 5.6. — 5.6. — 7.6. — 7.5. — 6.5. — 5.5. Die Anzahl der Fiedern wurde also allmählich derjenigen von Ch. Schiedeana, dem Vater, ganz ähnlich, aber immer war der Endfieder bedeutend größer als bei Ch. Schiedeana, fast so groß wie das einfache Blatt von Ch. Ernesti Augusti, der Mutter.

Im Januar 1884 zeigten sich die ersten Blütenstände, welche männliche Blüten trugen, und hieran schlossen sich in jedem folgenden Jahre je 2—3 weitere Blütenstände in den aufeinanderfolgenden Blattachseln. Nur der erste Blütenstand war ganz aufrecht; die folgenden zeigten zwar einen aufrechten, zur Blütezeit von ganz abgedürrten Scheideblättern eingehüllten Stiel, der obere die Blüten tragende Teil war aber mehr oder weniger horizontal oder noch tiefer umgebogen. Die Blüten glichen denen des Bastard II.

Bastard II.

Die ersten 5 Blätter waren einfach, das 6. zeigte an seiner linken Basis 2 abgesetzte Fiedern, die nun bei den daran sich schließenden Blättern in folgender Anzahl auftraten: 2.1. — 2.2. — 3.4. — 3.4. — 4.4. — 4.5. — 4.5. — 4.4. — 3.4. — 3.4. 4.3. — 3.3. — 4.5. — 4.3. — 3.3. — 2.1. — 5.6. — 5.6. — 3.4. — 5.6. — 3.4. — 3.4. — 4.5. — 3. 3. — 4.4. — 5.4. — 4.3. Die Anzahl dieser Fiedern war also auch, wie bei Bastard I, eine sehr wechselnde und kam derjenigen von Ch. Schiedeana ungefähr gleich, während auch hier der stets sehr große Endfieder die Abstammung von Ch. Ernesti Augusti verrieth.

Auch hier traten die ersten Blütenstände im Januar 1884 auf und zeigten sich männlich. Ihnen folgten in den späteren Jahren je 3. Die Scheidenblätter an diesen Blütenständen waren vollständig abgetrocknet schon lange ehe die Blüten aufgingen, zeigten sich also denen von Ch. Schiedeana gleich, während die Hauptachse der Blütenstände vollständig aufrecht blieb, wie bei Ch. Ernesti Augusti und nicht wie bei den Bastarden der anderen Reihe sich bei Ansatz der Blütenzweige horizontal umbog. Diese traten in der Zahl von 30—40 auf, waren ca. 60 cm lang, kantig, und trugen jeder ca. 100 Blüten.

Diese Blüten waren denen von Ch. Schiedeana ähnlich in Form und Größe, die Antheren waren aber nicht so dick wie dort, was daher kam, daß sie wenige anscheinend gute Pollenkörner enthielten zwischen zahlreichen verschrumpften. Nach dem Öffnen der Blüten flog der Pollen nicht aus den Antheren heraus, sondern blieb klumpig darin stecken, und kam durch Schütteln nur wenig hervor. Daß einige Körner gut ausgebildet waren, ging daraus hervor, daß durch sie bei dem sogleich zu besprechenden weiblichen Bastard III ein Fruchtansatz und Bildung keimfähiger Samen bewirkt wurde.

Bastard III.

Es wurde versäumt zu bemerken, bei dem wievielten Blatt nach den ersten ungefiederten diejenigen mit Seitenfiedern auftraten; etwa vom 11. Blatte ab zeigten sich diese Seitenfiedern in folgender Anzahl: 3.3. — 4.4. — 4.5. — 3.3. — 5.6. — 4.4. — 5.4. — 5.5. — 5.5. — 6.4. — 5.5. — 5.6. — 5.4. — 6.4. — 5.4. — 4.3. — 5.5. — 5.4. Sie verhielten sich also ähnlich wie bei Ch. Schiedeana, aber auch hier war immer der Endfieder bedeutend größer als dort und verrieth den Einfluß von Ch. Ernesti Augusti.

Im Frühjahr 1884 trat der erste Blütenstand auf und zeigte sich als weiblich; derselbe hatte nur einen einzigen aufstrebenden Seitenzweig. Die Anzahl dieser Seitenzweige verhielt sich nun bei den in den folgenden Jahren gebildeten Blütenständen sehr verschieden, sie wechselte zwischen 3 und 6 und diese Blütenstände zeigten folgende Eigentümlichkeiten, durch welche sie sehr von den weiblichen Blütenständen der oben besprochenen Bastarde 5 und 6 der anderen Reihe abwichen. Während jene auffallend dünne Zweige hatten und im allgemeinen denen von Ch. Schiedeana sehr ähnlich waren, so zeigten sich hier diese Zweige bedeutend länger, bis 20 cm, und doppelt so dick wie bei Ch. Schiedeana, mit denen sie aber die Dreikantigkeit — bisweilen waren sie auch 2- oder 4-kantig — gemein hatten; außerdem waren sie nicht straff, sondern unregelmäßig hin und hergeschlängelt. Auch der untere Teil der Blütenstände von deren Ursprunge in der Blattachsel bis zum Ansatze der Seitenzweige war sehr lang, bis über 50 cm. Die Scheidenblätter, welche ihn einhüllten, trockneten hier etwas später ab als bei den Bastarden der anderen Reihe, waren aber doch bis zum Aufgehen der Blüten immer ganz abgedürrt. Besonders zeigte sich aber der Einfluß von Ch. Schiedeana dadurch, daß diese von ihrer Ursprungsstelle ab sehr bald sich seitwärts umbogen, so daß der Blütenzweige tragende Teil mehr oder weniger überhing, namentlich in späterer Zeit bei der Fruchtbildung.

Die Blüten selbst waren voneinander weiter entfernt, ca. 5 mm, als bei Ch. Schiedeana, während ihr Bau denjenigen dieser Art ganz glich. Ihre 3 Narben waren vollständig gut ausgebildet, die Papillen derselben teils größer als bei Ch. Schiedeana, in Form aber diesen gleich. Daß die weiblichen Organe, wenigstens in einem Teile der Blüten, zeugungsfähig waren, ging daraus hervor, daß durch Bestäubungen Früchte erwuchsen, aus denen ich einige Sämlinge erzog. Nur über diese Früchte sei hier einstweilen Bericht erstattet.

Es wurden im Frühjahr 1887 mehrere Bestäubungen mit dem Pollen von Ch. Schiedeana vorgenommen, infolge wovon sich mehrere Früchte ausbildeten, welche ganz kugelig waren, also denen von Ch. Schiedeana glichen; dieselben gingen aber nicht auf. In einem anderen Falle wurde Pollen von den beiden soeben besprochenen Bastarden 1 und 2 zur Bestäubung verwandt, und auch infolge hiervon zeigten sich einige Früchte, welche aber nicht kugelig, sondern eiförmig waren, also sich denen von Ch. Ernesti Augusti ähnlich zeigten; ich erhielt von deren Aussaat eine Keim-

pflanze. Die weiteren Erfolge von ähnlichen zu derselben Zeit vorgenommenen Bestäubungen konnten leider durch ein eingetretenes Versehen nicht beobachtet werden.

Weitere Bestäubungen nahm ich im Frühjahr 1888 vor und zwar bestäubte ich einen Blütenstand mit Pollen von Ch. Schiedeana, infolge wovon ziemlich viele kugelige Früchte sich bildeten; durch eine andere Bestäubung mit Pollen des Bastardes 3 ebenso wie durch eine solche mit Bastard 2 gab es einen ganz ungeheuer starken Ansatz von länglichen Beeren, so stark, daß die davon beladenen Zweige sich tief abwärts bogen.

Bemerkenswert war es, daß bei allen Bestäubungen an diesem Bastard, auch wenn an den Blüten die Erfolge derselben über ein mehr oder weniger starkes Anschwellen der Fruchtknoten nicht hinausgingen, die Blütenstandzweige allmählich orangerot wurden und sich mehr als 1 Jahr hielten, ein Umstand, welcher bei der Schlängelung dieser langen, leuchtend roten Äste diesem Bastard ein besonders interessantes Ansehen gab.

Es wäre voreilig, nach der Beobachtung dieser 3 Bastarde mit Bestimmtheit etwas allgemeines sagen zu wollen, dazu ist ihre Anzahl doch zu gering und dieselbe muß noch vermehrt werden, was aber erst nach einiger Zeit geschehen kann, da ich einmal versäumt habe, die betreffenden Bestäubungen vorzunehmen, das anderemal das weibliche Exemplar von Chamaedorea Ernesti Augusti viel früher blühte als das männliche von Ch. Schiedeana und die Blüten des ersteren sich nicht hinhalten ließen, während umgekehrt der Pollen dieser Palmenarten mehrere Wochen seine Funktionsfähigkeit behält.

Immerhin kann man die Vermutung aussprechen, daß hier ein Fall bei der Kreuzung von Chamaedorea Schiedeana und Ch. Ernesti Augusti vorliegt, wo die Produkte der beiden vermischten Arten der Kreuzungen nicht ganz gleich sind, indem, wie aus dem Vorhergehenden sich zeigt, die durch Bestäubung von Chamaedorea Ernesti Augusti mit Ch. Schiedeana hervorgegangenen Bastarde in ihren Blütenständen etwas mehr zu Ch. Ernesti Augusti hinüberneigten, als dies bei den Blütenständen der durch Bestäubung von Ch. Schiedeana mit Ch. Ernesti Augusti erzeugten Bastarde der Fall war, welche denen von Ch. Schiedeana, namentlich die weiblichen, mehr ähnlich sind.

Besonders hervorzuheben ist aber, daß der Pollen bei der einen Abteilung der Bastarde fast aller sich normal ausgebildet

zeigte und in Wölkchen davon flog, während er bei der anderen Abteilung nur in wenigen Körnern gute Ausbildung zeigte und in klumpigen Massen zusammengeballt blieb; Bestäubungen mit den Bastarden der einen Reihe hatten immer starken Fruchtansatz zur Folge, mit den Bastarden der anderen Reihe nur einen sehr schwachen. — Wie gesagt müssen aber noch einmal Bastarde dieser Art gezüchtet und beobachtet werden, um über die fragliche Sache Gewißheit zu bekommen.

Für den Pflanzenliebhaber dürften die vorstehend beschriebenen Bastarde von einigem Wert sein, da sie in der Form ihrer Blätter, welche in der Mitte zwischen derjenigen ihrer Eltern liegt, das Plumpe von Chamaedorea Ernesti Augusti und das Sparrige von Ch. Schiedeana vermeiden, auch gehen sie nicht so schnell und schlank in die Höhe wie Ch. Schiedeana. Besonders schön ist die im obigen als Bastard III bezeichnete Pflanze, indem an ihr die geschlängelten Zweige der Blütenstände sehr lange, auch wenn keine Früchte mehr daran sind, ihre leuchtende orangerote Farbe bewahren, welche sehr schön von dem freudig grünen Laube absticht.

IV. Bastardierungen innerhalb der Gattung Oxalis.

In seinem Werke über Pflanzenmischlinge sagt Focke [1]), daß es unter den Arten der großen Gattung Oxalis auch Hybride geben solle, daß ihm jedoch nichts genaueres über dieselben bekannt sei. Um so wünschenswerter schien es hiernach, direkte Bastardierungen innerhalb dieser Gattung vorzunehmen, wozu ich gute Gelegenheit bekam, als ich eine Reihe von Oxalisarten kultivierte, um ihre Vegetationsverhältnisse näher zu erforschen. Ein Umstand ist es, welcher die Vornahme dieser Bastardierungen besonders erleichtert; es ist der in dieser Gattung so vorherrschende Trimorphismus der Blüten, bei welchem meist jede der 3 Formen in sich unfruchtbar ist und nur bei Bestäubung mit einer der beiden anderen Formen Frucht ansetzt, so daß man bei der Bestäubung mit dem Pollen einer anderen Art nicht nötig hat, in der zu bestäubenden Blüte die Antheren zu entfernen, um die Selbstbestäubung zu verhindern. Natürlich muß jede in dieser Weise zum Experiment benutzte Form ganz strenge und lange darauf geprüft werden, ob sie in sich wirklich unfruchtbar sei,

1) l. c. S. 98.

und ich habe niemals bei meinen Experimenten eine Entfernung der Antheren unterlassen, ehe ich nicht durch mehrfach wiederholte Versuche die Selbstunfruchtbarkeit der betreffenden Art sichergestellt hatte. Am leichtesten kann natürlich eine solche Sicherstellung geschehen, wenn man von einer Art nur eine der 3 Formen besitzt, und diese nun, ungeachtet ihre Blüten durch Pollen derselben Art bestäubt worden, niemals eine Samenbildung zeigt, wie dies z. B. an Oxalis Lasiandra sich beobachten ließ, welche Jahrzehnte lang nur in der kurzgriffeligen Form in den Gärten gezogen worden, ohne jemals Samen zu tragen, wo aber dann der Ertrag derselben sogleich ein sehr reichlicher war, als die mittelgriffelige Form eingeführt worden.

Der Umstand, daß bei den Oxalisarten die Samen zur Reifezeit hervorspringen, kann bei Experimenten leicht Veranlassung zu Irrtümern geben, die sich aber doch bei solchen überhaupt mit großer Sorgfalt anzustellenden Versuchen leicht vermeiden lassen und von mir vermieden worden, was besonders auch in jenen Fällen ohne Schwierigkeit geschehen kann, wo die Samen so groß sind, daß man die einzelnen aus der Kapsel sich in die Hand springen lassen und dann aussäen und sogleich mit einem Etiquett versehen kann, so daß jeder Irrtum ausgeschlossen ist.

Meine im Folgenden mitgeteilten Experimente beziehen sich nur auf zwiebel- und knollenbildende Arten der Gattung Oxalis, doch zweifle ich nicht daran, daß auch die einjährigen und strauchigen Arten Bastarde bilden würden. Einen Anhaltspunkt hierzu giebt mir besonders eine seit Jahren im botanischen Garten zu Freiburg auftretende Oxalisform, welche eine Mittelbildung zwischen der im Garten wilden Oxalis stricta und der dort kultivierten O. corniculata atropurpurea ist und durch Bestäubung dieser Arten untereinander sich im Freien gebildet zu haben scheint.

1. Bastardierungen zwischen Oxalis Lasiandra und Oxalis Andrieuxii.

Im allgemeinen Ansehen sind die beiden Arten Oxalis Lasiandra und O. Andrieuxii einander sehr ähnlich, so daß sich erwarten ließ, es würden zwischen ihnen Bastarde erzielt werden, was denn auch wirklich der Fall war. Gehen wir zuerst wieder bei diesen beiden Arten näher auf einige Punkte ein mit dem Augenmerk darauf, in welchen dieselben einander gleichen und in welchen sie voneinander verschieden sind.

Oxalis Lasiandra.

Die langen Blattstiele tragen an ihrer Spitze 7—9 schirmartig gestellte Teilblättchen von länglicher Gestalt, an der Spitze teils etwas ausgerandet, also lang-herzförmig, oder auch ohne diese Ausrandung. Die Oberhaut ihrer Oberseite besteht aus polyedrischen, mit geraden Wänden aneinander schließenden Zellen; einzelne Gruppen sind mit rosa Saft erfüllt, und die hierdurch hervorgebrachten braunroten Flecken liegen zerstreut über die ganze Oberfläche, nur nach dem Grunde des Blattes hin etwas gedrängt, niemals aber bilden dieselben eine quergestellte Zone. An den einen Blättern treten diese Flecken stärker auf, an den anderen schwächer, in einigen Fällen fehlen sie sogar ganz. Auf dieser Oberseite finden sich ganz wenige lange, mehrzellige, dünnwandige Haare, stumpf endigend, ohne Drüsenkopf, außerdem sehr wenige einzellige, beutelartige Haare. Der Blattrand zeigt Zellen mit rotem Saft und wenige Beutelhaare.

Auf der Blattunterseite liegen zwischen gewölbten Zellen zahlreiche Spaltöffnungen; nur auf den Hauptnerven, deren Zellen rosa Saft führen, finden sich einige mehrzellige und einige Beutelhaare. Einzelne Oberhautzellen oder Zellgruppen, welche ganz zerstreut liegen, enthalten rosa Saft; auch hier treten diese dadurch erzeugten braunroten Punkte in sehr verschiedener Stärke auf.

Die Kelchblätter sind eiförmig-lanzettlich und auf ihrem Rücken mit zahlreichen Drüsenhaaren versehen, welche auf zweizelligem Stiel eine keulige, ausscheidende Zelle tragen. Am Kelchrande finden sich gleichfalls diese Haare, dazu Beutelhaare, letztere besonders an den in der Knospenlage bedeckten Rändern; an der Spitze liegen Gruppen von Harzzellen.

Die Blumenblätter sind keilförmig, ihre beiden Seiten nicht hervortretend schief ausgebildet, was sich übrigens an den verschiedenen Blüten verschieden verhält. Der breite obere Teil ist rot gefärbt, der schmalere Nagel gelb. Die Oberhautzellen der Oberseite sind an dem roten Teil der Blütenblätter länglich und haben gebuchtete Ränder, außerdem treten ihre Außenseiten mit einer Papille hervor. Auf dem gelben Nagel sind die mit gelben Körnchen erfüllten Zellen geradwandig, und es finden sich hier einzelne zerstreute Harzhaare und ebenso, wie auf der roten Stelle, nicht selten Spaltöffnungen.

Auf der Unterseite der Blumenblätter haben die Zellen keine Papillen, und diejenigen Stellen, welche in der Knospenlage nach

außen frei liegen, sind heller gefärbt als die vom Licht abgeschlossenen. Je nach der auch hier verschiedenen Drehungsrichtung der Blumenkrone liegt bald die rechte, bald die linke Seite der Blütenblätter in der Knospenlage außen und ist dementsprechend heller gefärbt. Spaltöffnungen ließen sich sonderbarerweise auf der Unterseite der Blütenblätter nicht finden.

Die Behaarung von Filamenten und Griffeln zeigte sich bei Oxalis Lasiandra und O. Andrieuxii ganz gleich, so daß ihre Besprechung der Kürze halber unterbleiben kann.

Oxalis Andrieuxii.

Von den Punkten, welche soeben von Oxalis Lasiandra besprochen wurden, verhält sich die Mehrzahl bei O. Andrieuxii ganz gleich, so daß es zu weit führen würde, deren Beschreibung zu wiederholen; es werden nur die Unterschiede hervorzuheben sein, welche hauptsächlich folgende sind:

Die meist weniger als bei O. Lasiandra an ihrer Spitze ausgerandeten und dazu kürzeren Teilblättchen sind auf der Oberseite nicht mit einzelnen zerstreuten braunroten Flecken versehen, sondern haben 2 rotbraune, quergestellte Zonen, welche mehr oder weniger scharf an das Grün der übrigen Blattoberseite angrenzen.

Auf der Blattunterseite zeigt sich nur eine solche Zone, welche aber nicht einer der beiden auf der Oberseite befindlichen in der Lage entspricht, sondern etwas mehr nach dem Grunde des Blättchens zu liegt. Der Mittelnerv ist hier nicht rot gefärbt.

Die Kelchblätter sind kleiner und stumpfer als bei O. Lasiandra, haben einen ganz glatten, von allen Haaren freien Rücken und sind nur nach der Spitze zu am Rande mit kurzen Drüsenhaaren und Beutelhaaren versehen.

Die Blumenblätter sind etwas heller rot und kleiner als bei O. Lasiandra.

Bei einem Vergleich der beiden besprochenen Arten stellt sich also in kurzer Zusammenfassung folgendes heraus:

O. Lasiandra.	O. Andrieuxii.
Oberseite der Blättchen: mit zerstreuten braunroten Flecken	mit 2 braunroten Zonen
Unterseite: mit einzelnen braunrothen Fleckchen	mit einer braunroten Zone
Kelchblätter: zugespitzt, auf dem Rücken mit Drüsenhaaren	abgestumpft glatt
Blumenkrone: größer und dunkler	

Oxalis Lasiandra, bestäubt mit Oxalis Andrieuxii.

Anfang Juli 1886 bestäubte ich Blüten der kurzgriffeligen Form von Oxalis Lasiandra mit Pollen von der mir allein zu Gebote stehenden mittelgriffeligen Form von O. Andrieuxii. Alle so bestäubten Blüten setzten gute Kapseln an, in denen die Samen Ende Juli reiften, welche sogleich gesät wurden. Doch gingen von denselben nur wenige auf, und ich hatte bis zum September nur 3 Sämlinge. An diesen waren die ersten Blätter 3-zählig, worauf einige 4-zählige folgten, welche auf der Oberseite ihrer Teilblättchen noch keine braunrote Zone zeigten. Die Pflanzen zogen im Dezember ein und kamen dann in der neuen Treibperiode im Juni 1887 zur Blüte, bis zu welcher Zeit sie folgende, für unseren Zweck anzuführende Eigenschaften zeigten.

Bastard a.

Die ersten Blätter 3-zählig, dann mehrere 4-zählig, hierauf im nächsten Jahre 6—8-zählige. Die Teilblättchen hatten die Form derer von O. Lasiandra, trugen aber auf der Mitte ihrer Oberseite eine schwach ausgeprägte braunrote Zone, von dieser aus nach der Spitze zu zerstreute braunrote Punkte; nach dem Blattgrunde zu waren gar keine braunroten Punkte vorhanden, hingegen manchmal eine schwache Andeutung einer zweiten braunroten Zone.

Auf der Unterseite führten die Zellen der Mittelrippe nur teilweise roten Saft. Über die Fläche waren die braunroten Punkte gleichmäßig zerstreut, oder es fand sich gegen die Basis hin die Andeutung einer braunroten Zone, aber schwächer als bei O. Andrieuxii.

Die Blüten waren etwa so groß wie die von O. Lasiandra, die Kelchblätter zeigten eine Mittelform zwischen denen von O. Lasiandra und O. Andrieuxii; auf der Rückseite und am Rande waren sie ganz so behaart wie bei O. Lasiandra.

Dieser Bastard zeigte also in der Farbe der Blättchenoberseite und der Farbe des Mittelnervs auf der Blattunterseite, ferner in der Form des Kelches eine Mittelstufe zwischen seinen beiden Eltern, während die Behaarung des Kelches und die Blumenkrone sich ganz gleich verhielten wie bei O. Lasiandra.

Der Bastard erwies sich als langgriffelig, zeigte also weder die Form des Vaters, noch die der Mutter, sondern die dritte

Form, ein Punkt, welcher im Anschluß an die bei der Bestäubung und Bastardierung anderer Oxalisarten gemachten Beobachtungen auf die Vermutung kommen lassen könnte, daß die beiden vorliegenden Pflanzen nicht als Arten, sondern als Varietäten zu betrachten sind; doch zeigten die Bastarde einer zweiten Bestäubung, s. unten, nur die beiden elterlichen Formen.

Bastard b

entwickelte bald Blätter mit 7 Teilblättchen, welche in Form und Färbung denen von Bastard a ganz gleich waren. Auch die Blüten zeigten sich denen des Bastardes a in ihren Teilen sehr ähnlich, sie waren aber wie die der Mutter kurzgriffelig.

Bastard c

bildete in der ersten Zeit nur 3- und 4-zählige Blätter. Die 4-zähligen zeigten auf der Oberseite wie bei dem Bastard a und b eine braunrote Querzone in der Mitte, dazu manchmal weiter nach der Spitze hinauf den Anfang zu einer zweiten braunroten Zone, welche sich an der Pflanze im nächstfolgenden Jahre noch stärker ausbildete; es fanden sich aber auf der nach dem Grunde des Blattes zu liegenden Hälfte nie braunrote Flecken; auf der dieser fleckenlosen Stelle entsprechenden Unterseite war eine schwache Andeutung zu einer braunroten Zone.

Die Blüten, welche kurzgriffelig waren, verhielten sich in der Behaarung des Kelches wie die des Bastardes a.

Eine andere Anzahl von Bastarden wurde im Juni 1887 erzeugt, indem ich Blüten der langgriffeligen Form von Oxalis Lasiandra mit der mittelgriffeligen Form von O. Andrieuxii bestäubte. Die ausgesäten Samen gingen sehr schnell auf, und die Keimlinge brachten es im September schon bis zur Bildung von 5- bis 6-zähligen Blättern. In den meisten Fällen zeigten die Teilblättchen weder rote Flecken noch Zonen, in ganz wenigen Fällen nur eine braunrote Querzone auf der Blattoberseite, wie sie soeben von Bastard c angegeben.

Die Exemplare kamen im nächsten Jahre, 1888, im Sommer zur Blüte und zeigten nun in interessanter Weise allerlei Abweichungen von der vorher besprochenen Reihe, was aber vielleicht daher kam, daß hier mehr Sämlinge, nämlich 18, vorlagen.

In bezug auf die Blätter verhielten sich einige den vorher besprochenen ganz gleich, indem die Teilblättchen auf der Oberseite eine scharf ausgeprägte und darüber eine schwächere braun-

rote Zone zeigten, auf der Unterseite gegen die Basis hin nur eine schwache Andeutung von einer solchen. Diese Blätter waren also auch ein Mittelding zwischen denen der beiden Eltern. Andere Exemplare verhielten sich hingegen ganz gleich der O. Lasiandra, indem nirgends auf den Blättern von einer braunroten Zone etwas zu sehen war, deren Oberseite nur hier und da einzelne Gruppen von braunroten Zellen zeigte.

In der Form hielten die Blütenkelche wie die der anderen Bastarde das Mittel zwischen den beiden Eltern; in bezug auf die Behaarung glichen sie aber entweder ganz der O. Andrieuxii durch Mangel aller Haare, oder mehr der O. Lasiandra, indem sich an ihnen Drüsenhaare in verschiedener Menge zeigten.

Die Blütenblätter einiger Exemplare zeigten die unerwartete Abweichung, daß sie diejenigen der O. Lasiandra nicht nur an Größe übertrafen, sondern sogar eine ganz andere Farbe hatten, nämlich ganz ausgesprochen violettrot waren.

In bezug auf die Längenverhältnisse von Staubgefäßen und Griffeln zeigten sich hier nur die Formen der beiden Eltern, indem 5 Exemplare langgriffelig, 13 mittelgriffelig waren, kein einziges zeigte sich kurzgriffelig. Es trat hier also ein Fall ein, wie wir ihm bei Bastardierungen in der Gruppe von Oxalis rubella noch öfter begegnen werden, indem nach der Vereinigung von 2 verschiedenen Spezies die Nachkömmlinge nur die 2 Formen der beiden Eltern zeigen, nicht auch die dritte, wie dies letztere meist bei der Vereinigung zweier Formen einer und derselben dreiformigen Spezies geschieht.

Stellen wir nun einen Vergleich der beobachteten 21 Bastarde mit den oben angegebenen charakteristischen Eigenschaften der beiden Eltern an, so ergiebt sich Folgendes:

Oberseite der Blätter entweder mit 2 braunroten Zonen, also ähnlich wie bei O. Andrieuxii, doch die obere Zone meist nicht so stark ausgebildet wie dort; oder ohne braunrote Zone wie bei O. Lasiandra, dies letztere in der Mehrzahl der Fälle. Unterseits oft mit einer Andeutung von einer braunroten Zone, also ähnlich wie bei O. Andrieuxii.

Kelchblätter eine Mittelform zwischen denen der Eltern zeigend, in bezug auf Behaarung entweder ganz glatt wie bei O. Andrieuxii, oder so stark behaart wie bei O. Lasiandra, oder nur schwach behaart, also im Mittel zwischen beiden Eltern.

Eigentümlich ist der große Umfang der Blüten gegenüber der

größtblütigen O. Lasiandra und namentlich die von beiden Eltern abweichende violettrote Farbe bei einigen der Bastarde.

Nur mit einer Ausnahme zeigten sich allein die Formen der beiden Eltern, was für den Speziescharakter der beiden zum Experiment benutzten Pflanzenarten spricht, indem bei der Vereinigung zweier Formen von O. Lasiandra miteinander immer auch die dritte Form unter den Sämlingen erscheint.

Die in Töpfen kultivierten Pflanzen der zweiten Reihe wurden so im Freien aufgestellt, daß sie ganz entfernt von ihren Eltern standen, also eine Bestäubung mit diesen sehr unwahrscheinlich war. Hummeln flogen von einer Blüte zur andern und vereinten so die beiden Formen, die langgriffelige und die mittelgriffelige, untereinander, infolge wovon beide Formen alsbald Frucht ansetzten und in diesen gute Samen bildeten, so daß sich diese Bastarde als in sich fruchtbar zeigten.

Oxalis Andrieuxii bestäubt mit O. Lasiandra.

Im Juni 1887 bestäubte ich die allein vorhandene mittelgriffelige Form von Oxalis Andrieuxii mit der langgriffeligen von O. Lasiandra, worauf sich bald ein Fruchtansatz bemerken ließ. Die Kapseln, welche etwa nur halb so lang waren wie die von O. Lasiandra, reiften im Juli, enthielten aber nur sehr wenige Samen, welche sogleich gesät wurden. Ich erhielt aber aus ihnen nur ein schwaches Pflänzchen, welches bis zum Herbst außer den beiden Cotyledonen nur ein 3-zähliges Blatt entwickelte und dann zu Grunde ging. In demselben Sommer 1887 zeigten sich an den neben O. Lasiandra kultivierten Exemplaren von O. Andrieuxii einige Kapseln, welche aller Wahrscheinlichkeit nach, da die allein vorhandene mittelgriffelige Form von O. Andrieuxii selbstunfruchtbar ist, durch Bestäubung mit O. Lasiandra entstanden waren. Die wenigen in diesen Kapseln enthaltenen Samen wurden sogleich Ende Juli gesät, und es erwuchsen daraus 7 Keimlinge, welche bis Ende September 5—6 Blätter entwickelten. Diese waren nun sowohl in der Form, als auch in der Farbe denen der soeben besprochenen anderen Bastardreihe zwischen O. Lasiandra und O. Andrieuxii ganz ähnlich. Durch ein Versehen wurden die Pflanzen, als sie im Sommer 1888 zur Blüte kamen, nicht weiter untersucht, so daß eine vollständige Vergleichung dieser Bastarde mit denen der vorhergehenden Reihe nicht möglich ist. Nach den an den Blättern angestellten Beobachtungen hat man aber Ursache, zu vermuten, daß beide Reihen [illegible] werden.

2. Bastardierungen zwischen Oxalis tetraphylla und Oxalis latifolia.

Die in den Blüten so sehr ähnlichen, in der Anzahl und Färbung der Teilblättchen aber so verschiedenen beiden Arten, Oxalis tetraphylla und O. latifolia, schienen zu Bastardierungsversuchen besonders geeignet, es zeigte sich aber, daß diese in einem Falle ganz fruchtlos blieben, nämlich wenn O. tetraphylla die bestäubte Pflanze war, während bei der Bestäubung von O. latifolia mit O. tetraphylla sich einige wenige Bastarde erzielen ließen.

Wenn ich, bevor ich mich zur Beschreibung dieser Bastarde wende, wieder zuerst die beiden Arten bespreche, von denen dieselben herstammen, so möchte ich auch auf einige Verhältnisse eingehen, welche für den Vergleich der Bastarde mit ihren Eltern von keiner Bedeutung sind, die aber zeigen, wie äußerlich ähnliche Arten auch im anatomischen Bau viel Übereinstimmendes haben.

Oxalis tetraphylla.

Die Blätter von Oxalis tetraphylla sind stets 4-zählig; die herzförmigen Teilblättchen haben auf ihrer Oberseite in der Mitte der Quere nach eine schwach rotbraune Zone, welche am Rande des Blättchens in schwacher Andeutung bis zu dieser Basis verläuft. Sie wird durch einen an den betreffenden Stellen in den Zellen befindlichen violetten Saft hervorgebracht. Manchmal ist diese Zone nur sehr schwach angedeutet oder fehlt ganz. Auf der Oberhaut der Blattoberseite befinden sich gar keine Haare: Spaltöffnungen kommen hier nur ganz ausnahmsweise vor. Die Epidermiszellen sind an den Seiten flachwandig, nach außen etwas gewölbt und von feinkörniger Wachsschicht überzogen. Auf der Blattunterseite finden sich zwischen den halbkugelig nach außen gewölbten Epidermiszellen zahlreiche Spaltöffnungen. Auf den Feldern, welche zwischen dem Adernetz liegen, zeigen sich keine oder nur ganz wenige Haare, hingegen kommen solche auf den Hauptnerven vor und sind teils 3-zellig mit kugelig angeschwollener Endzelle, teils vielzellig mit zugespitzter Endzelle und bald vertrocknend.

Die Kelchblätter der Blüten laufen aus breiter Basis allmählich spitz zu und haben an ihrem Ende 2 kurze braune Streifen; auf ihrem Rücken besitzen sie neben vielen Spaltöffnungen ziemlich

viele Drüsenhaare, welche aus 2 Stielzellen und einer kopfigen Endzelle bestehen.

Die Blumenblätter sind an der Spitze fast ganz gleichmäßig, kaum schief abgerundet; ihr oberer Teil ist hellviolett, daran schließt sich scharf eine weiße Zone, welche nach unten in Gelbgrün übergeht und aus der violetten Zone her von 6—8 grünlichen Adern durchzogen ist.

Die Filamente der langen Staubgefäße in der allein vorliegenden langgriffeligen Form haben an der Basis auf ihrem Rücken einen Höcker und sind weit hinauf mit vielen braunen Drüsenhaaren besetzt, welche auf einem 3-zelligen Stiel eine eiförmige, ausscheidende Zelle tragen; dazwischen zahlreiche Knötchenhaare. Die Filamente der kurzen Staubgefäße sind höckerlos und ganz glatt.

Die Griffel sind mit vielen Knötchenhaaren und wenigen Drüsenhaaren bedeckt und die Narben sind in viele kurze, zellige, stumpfe Lappen geteilt.

Oxalis latifolia.

Bei Oxalis latifolia sind die Blätter ohne Ausnahme 3-zählig. Die wie bei O. tetraphylla geformten herzförmigen Teilblättchen besitzen auf ihrer Oberseite in der Mitte eine breite rotbraune Querzone, welche nach dem oberen Teile des Blattes zu in Zacken vorspringt; eine ähnliche, aber bedeutend schwächer hervortretende Zone findet sich gegen das Ende der oberen Hälfte des Teilblättchens, außerdem eine dritte, ziemlich scharf ausgeprägte derartige Zone gegen die Basis des Blättchens hin. Im übrigen ist die Oberseite dieser Blättchen derjenigen von O. tetraphylla ganz gleich und besitzt weder Haare noch Spaltöffnungen. Die Unterseite ist in bezug auf Epidermiszellen und Spaltöffnungen derjenigen von O. tetraphylla ganz gleich, sie besitzt hingegen nur eine Sorte von Haaren, namentlich lange, aus 5—6 Zellen gebildete, mit stumpfer, nicht ausscheidender Endzelle, und auch diese nur in geringer Anzahl. Wurden die Pflanzen in heller Sonne gezogen, so färbte sich der Saft der Epidermiszellen auf der Blattunterseite mehr oder weniger dunkelrosa, so daß die Blätter von oben gesehen bedeutend dunkler erschienen als diejenigen von O. tetraphylla.

An den Blüten haben die Kelche eine lanzettliche Gestalt gegenüber der eiförmigen von O. tetraphylla, und dementsprechend sind die beiden braunroten Streifen an ihrem Ende länger. Auf dem Rücken haben sie zwar Spaltöffnungen wie die von O. tetra-

phylla, sind aber im Gegensatz zu diesen kahl; nur nach der Spitze sind am Rande einige schwach knotig verdickte, einzellige Haare und einige Drüsenhaare.

Die Blumenblätter weichen in der Form insofern von denen der O. tetraphylla etwas ab, als sie von der breiten Spitze früher in einen schmalen Nagel ausgehen und auch kleiner sind als dort, wodurch hier die Blüten im ganzen kleiner sind; in Färbung gleichen sie denen von O. tetraphylla. Auch die Filamente zeigen von denen der O. tetraphylla keine Abweichung. Die Griffel der vorliegenden kurzgriffeligen Form von O. latifolia sind hingegen fast ganz kahl und zeigen nur wenige Drüsen- und Knötchenhaare.

Heben wir aus dem Vorstehenden nur diejenigen Punkte hervor, durch welche die beiden besprochenen Arten sich besonders unterscheiden, so ergiebt sich Folgendes:

Oxalis tetraphylla.	O. latifolia.
Blätter: 4-zählig mit schwacher rotbrauner Zone in der Mitte	3-zählig, breite rotbraune Zone in der Mitte, an der Basis eine zweite, dem oberen Rande zu eine dritte.
Unterseite: mit 2 Sorten von Haaren	1 Sorte von Haaren
Kelchblätter: eiförmig auf Rücken mit Drüsenhaaren	lanzettlich ohne Drüsenhaare

Es sind also verhältnismäßig wenige hervortretende Merkmale, abgesehen von der verschiedenen Anzahl der Teilblättchen, wodurch die beiden Arten sich voneinander unterscheiden.

Oxalis tetraphylla bestäubt mit O. latifolia.

Bestäubungen der langgriffeligen Form von O. tetraphylla mit der kurzgriffeligen von O. latifolia wurden im Juni 1886 mehrfach vorgenommen; es wurden aber in allen Fällen sehr bald die Kelche gelb, und es zeigte sich nie ein Fruchtansatz. Das Experiment wurde im Juni 1887 wiederholt, aber mit gleichem Mangel an Erfolg.

Oxalis latifolia bestäubt mit O. tetraphylla.

Einen etwas besseren Erfolg hatte ich hingegen, als ich im Juni 1886 eine Anzahl von Blüten an der kurzgriffeligen Form von O. latifolia mit dem Pollen der langgriffeligen Form von O. tetraphylla belegte. Während an dieser O. latifolia alle Blüten abfielen, welche mit dem Pollen derselben Form bestäubt waren, so fingen bei einigen der mit O. tetraphylla bestäubten Blüten

alsbald die Fruchtknoten an zu schwellen, nachdem zuerst die Stiele der bestäubten Blüten, als erstes Zeichen der stattgehabten Befruchtung, sich nach abwärts geneigt hatten. Anfang Juli fingen sie wieder an sich aufzurichten, und ich erhielt nun Kapseln mit der allerdings geringen Anzahl von 5. 1. 1. 4. 3. 1 Samen. Diese Samen wurden Mitte Juli gesät und gingen nun zum Teil gegen Ende des Monats auf. Ende September hatte ich 8 Sämlinge erzielt, an denen alle Blätter 3-zählig waren. Die 5 größten Exemplare bildeten schon Ausläufer wie die beiden Eltern. Ende des Jahres zogen sie ein und traten im Frühjahr 1887 wieder in Trieb, worauf 5 von ihnen bis zum Juni in Blüte kamen und sich an ihnen folgende Beobachtungen machen ließen.

Bastard a.

Die meisten Blätter 3-zählig bis zur Blütezeit, nur ganz ausnahmsweise 4-zählig. Oberseite der Teilblättchen mit sehr verschieden ausgeprägter rotbrauner Mittelzone, diese bald so schwach wie bei O. tetraphylla, bald fast so scharf und stark wie bei O. latifolia; nie an der Basis eine rotbraune Zone, ebensowenig eine dritte obere Zone angedeutet. Also die Färbung fast wie bei O. tetraphylla, was neben den getroffenen Vorsichtsmaßregeln beweist, daß hier nicht etwa eine Selbstbefruchtung von O. latifolia vorgefallen.

Die Unterseite der Blättchen zeigt auf den Feldern wenige Haare, welche aus 3 Stielzellen und einer keuligen ausscheidenden Endzelle bestehen; auf den Rippen finden sich wenige mehrzellige keulige Haare und spitze einzellige.

Die Kelchblätter ähneln in Form denen von O. latifolia, sind jedoch etwas breiter, aber nicht auf dem Rücken wie diese kahl, sondern tragen einige Drüsenhaare; am Rande der Spitze haben sie einzellige, knotig verdickte Haare, weiter unten einzellige Beutelhaare.

Die Blütenblätter sind denen von O. tetraphylla fast gleich. Der Bastard ist kurzgriffelig wie seine Mutter.

Bastard b.

Alle Blätter 3-zählig, bis zur Blütezeit nur eins 4-zählig. Oberseite der Blättchen oft ohne jede braunrote Zone, wie es manchmal auch bei O. tetraphylla vorkommt; von hier Übergangsstufen zu einer beinahe so scharfen Mittelzone wie bei O. latifolia. Unterseite auf den Rippen mit ziemlich vielen, auf den

Feldern mit sehr wenigen Haaren, diese 3-zellig, mit kealiger Endzelle.

Die Form der Kelchblätter steht im Mittel zwischen den lanzettlichen von O. latifolia und den eiförmigen von O. tetraphylla. Auf dem Rücken tragen sie Drüsenhaare, am Rande sehr wenige 1-zellige, schwach knotige, hingegen mehrere 2—3-zellige Drüsenhaare im Übergange zu Beutelhaaren stehend.

Eine eigentümliche Bildung soll hier nicht übergangen werden, da sie von besonderer Wichtigkeit ist und zeigt, daß in jeder Zelle die Anlage zu verschiedenen Ausbildungen schlummern kann, von denen meist nur die eine oder die andere zur Entwicklung kommt, während in Ausnahmefällen beide sich ausbilden. So fand ich hier die auf Taf. XXVI in Fig. 19 dargestellte Haarbildung, welche sich aus einer Oberhautzelle entwickelt hatte und zugleich Knötchenhaar und Drüsenhaar war, also die beiden sonst ganz getrennt sich ausbildenden sehr verschiedenen Haarformen in sich vereinigte.

Die Blütenblätter sind denen von O. tetraphylla sehr ähnlich, nur etwas kleiner. Der Bastard ist langgriffelig, wie sein Vater.

Bastard c.

Alle Blätter bis zur Blütezeit, mit Ausnahme von zwei 4-zähligen, 3-zählig. Ober- und Unterseite der Blättchen wie bei Bastard a; auch die anderen Punkte verhalten sich ähnlich wie bei Bastard a und b. Dieser Bastard ist kurzgriffelig wie die Mutter.

Bastard d.

Alle Blätter bis zur Blütezeit ausnahmslos 3-zählig. Die anderen Punkte ganz ähnlich wie bei den vorhergehenden Bastarden. Blüten kurzgriffelig.

Bastard e.

Zwar die meisten Blätter bis zur Blütezeit 3-zählig, aber doch 10 von ihnen 4-zählig. Eines der Blätter zeigte ein merkwürdiges Mittelding zwischen der Dreizähligkeit und Vierzähligkeit, wie es Taf. XXVI, Fig. 20 darstellt, indem das eine von den 3 Teilblättchen 2 Hauptnerven und 3 Lappen hatte. In den übrigen Dingen verhält sich der Bastard, welcher kurzgriffelig ist, sehr ähnlich wie die anderen.

Wenn wir hiernach die 5 Bastarde gegeneinander halten und

mit deren Eltern vergleichen, so finden wir Folgendes: In bezug auf die Anzahl der Teilblättchen war im ersten Jahre nur einer, nämlich der Bastard d, der Oxalis latifolia ganz gleich, indem er nur 3-zählige Blätter entwickelte; die meisten anderen zeigten eine ganz geringe Abweichung von der Dreizahl; einer, der Bastard e, eine größere. Ganz anders verhielt sich die Sache im folgenden Jahre, denn in dieser neuen Vegetationsperiode bildeten sich an allen Bastarden ganz ausnahmslos nur 3-zählige Blätter aus, wie bei O. latifolia, aber mit der Farbe von O. tetraphylla. Die Behaarung der Blätter giebt kein hervortretendes Merkmal zur Vergleichung ab.

Die Kelche stehen in Form sowohl, wie in Behaarung im Mittel zwischen den beiden Eltern, ebenso die Blütenblätter. In bezug auf die Längenverhältnisse von Staubgefäßen und Griffeln zeigen sich 4 Bastarde kurzgriffelig wie die Mutter, nur 1 Exemplar langgriffelig wie der Vater. Die dritte Form wurde durch die Bastardierung nicht hervorgerufen, doch ist hieraus bei der geringen Anzahl der Bastarde noch kein Schluß zu ziehen.

Die besprochenen 5 Bastarde wurden nebeneinander in Töpfen gezogen, ziemlich weit entfernt von den elterlichen Arten, und setzten trotz dieser Trennung reichlich Früchte an, so daß sie also untereinander fruchtbar schienen. Die so erzielten Samen wurden im Juli 1887 sogleich nach der Reife gesät und gingen bald sehr zahlreich auf. Die Sämlinge hatten bis zum Herbst zahlreiche Blätter entwickelt, welche meist 3-zählig, nur selten 4-zählig waren. Ihre Oberseite war wie bei O. tetraphylla entweder mit einer schwachen braunroten Zone versehen oder fast gleichmäßig grün. In der Folgezeit verhielten sich diese Sämlinge ihren Eltern ganz gleich und setzten vollständig gute Früchte an, obgleich sie sowohl von ihren Bastardeltern als von den Eltern dieser entfernt kultiviert wurden.

Diese Bastarde zwischen O. tetraphylla und O. latifolia sind also in sich vollständig fruchtbar, obgleich die beiden elterlichen Spezies durch die verschiedene Anzahl der Teilblättchen scharf voneinander getrennt sind.

3. Bastardierungen zwischen Oxalis articulata und O. lasiopetala.

Unter den mit knolligem, laubblatttragendem Stengel versehenen Oxalisarten sind O. articulata und O. lasiopetala sich einander sehr ähnlich und eignen sich sehr gut zu Bastardierungs-

versuchen, welche hier, wie bei den meisten trimorphen Oxalisarten, deswegen ohne viele Mühe angestellt werden können, weil die einzelnen Formen, mit eigenem Pollen bestäubt, ganz unfruchtbar sind, so daß man, wie schon oben berührt, bei der Belegung der Narben der einen Art mit dem Pollen der anderen nicht nötig hat, den benachbarten Pollen derselben Blüten auszuschließen.

Auf zweierlei Dinge wurde bei diesen Bastardierungen namentlich nur geachtet, weil in ihnen die Hauptverschiedenheiten der beiden Arten sich zeigten, nämlich auf die Oberhaut der Blätter und auf die Beschaffenheit, besonders die Farbe der Blüten, so daß auch nur diese in den folgenden Beschreibungen näher berücksichtigt und miteinander verglichen werden sollen.

Oxalis lasiopetala.

Diese Art erhielt ich vor mehreren Jahren in einem mittelgriffeligen Exemplar aus Kew, von dem ich zuerst glaubte, daß es mit eigenem Pollen fruchtbar sei, indem ich an ihm gute Früchte beobachtete. Die aus den Samen derselben erwachsenden Pflanzen zeigten aber derartige Verschiedenheiten von der Stammpflanze, daß es offenbar wurde, es liege hier eine Bastardierung vor, und zwar mit O. articulata, von welcher Exemplare der langgriffeligen Form in der Nähe kultiviert wurden. Nach Isolierung der Pflanze von O. lasiopetala setzten ihre Blüten, ungeachtet sie untereinander bestäubt wurden, niemals Früchte an.

Die Blattstiele dieser Art sind sehr stark behaart und besitzen dreierlei Haare, nämlich:

1) lange, einzellige, stark nach außen knotig verdickte, wie sie in der Gattung Oxalis sehr häufig sind, hier sehr dicht gestellt, der Oberhaut meist eng anliegend;

2) kurze, mit schmaler Basis aufsitzende, beutelförmige, einzellige Haare, welche stark ausscheiden und nur vereinzelt vorkommen;

3) gestielte Drüsenhaare, mit mehr oder weniger langem 2-zelligem Stiel und 1-zelligem, keulenförmigem Kopf.

Auf der Oberseite der 3 herzförmigen Teilblättchen befinden sich gar keine Spaltöffnungen, nur wenige Knötchenhaare, wenige beutelförmige Drüsenhaare, keine gestielten Drüsenhaare. Die Unterseite besitzt hingegen zahlreiche Spaltöffnungen, viele Knötchenhaare, wenige Beutelhaare, nur ganz selten gestielte Drüsen-

haare. Der Blattrand zeigt Zellen mit rotem Saft, ist daher bräunlichrot und besitzt Haare der Formen 1 und 2.

Die Kelchblätter sind eiförmig-lanzettlich und tragen auf ihrer Außenseite sehr viele mehrzellige Drüsenhaare, nur wenige Knötchenhaare. An der Spitze haben sie 3—4 lange, parallel laufende Harzstreifen.

Die Blumenblätter sind plötzlich schmal benagelt aus breiter, an einem Rande abgerundeter, am anderen gerader Spreite. Die abgerundete Seite liegt bald rechts, bald links, je nachdem die Blütenblätter in der Knospenlage verschieden gedreht sind. Es ist dies von einiger Bedeutung, da sich, wie wir später sehen werden, nach der verschiedenen Form der Blütenblätter bei den Bastarden auch ihre Färbung richtet. Die Blütenblätter sind ganz hellviolett gefärbt, nach ihrer Basis hin fast weiß, am unteren Teile gelblich; ihre Adern sind kaum dunkler gefärbt.

Die langen Filamente haben gestielte Drüsenhaare und noch mehr Knötchenhaare, sie sind im oberen Teil rosa gefärbt, auf dem Rücken schwach angeschwollen. Die kurzen Filamente sind ganz glatt und weiß.

Die Griffel tragen sehr viele Haare der Form 1, wenige der Form 3; sie sind weiß.

Oxalis articulata.

Bei der so leicht in den Oxaliskulturen alle anderen Arten überwuchernden und daher in den Gärten die verschiedensten Namen führenden O. articulata ist die Oberhaut der Blattstiele schwächer behaart als bei O. lasiopetala, es finden sich hier nur wenige Knötchen- und Beutelhaare, keine gestielten Drüsenhaare.

Die Oberseite der Teilblättchen, welche in ihrer Herzform denen von O. lasiopetala sehr ähnlich sind, hat einige Spaltöffnungen und nur Knötchenhaare. Die Unterseite besitzt nicht so viele Spaltöffnungen wie bei O. lasiopetala, sehr viele Knötchenhaare, wenige Beutelhaare, keine gestielten Drüsenhaare. Am Rande der Blättchen sind nur einzelne Zellen mit rotem Saft versehen, dieser Rand erscheint also nicht so rotbraun wie bei O. lasiopetala; er besitzt wie dort Knötchen- und Beutelhaare.

Die Kelchblätter sind länglicher als bei O. lasiopetala und tragen auf dem Rücken nur sehr wenige Knötchenhaare, keine gestielten Drüsenhaare, am Rande nach der Basis zu einige Beutelhaare. Die Harzstreifen an der Spitze sind nur ganz kurz.

Die Blumenblätter sind ganz allmählich in ihren Nagel ver-

schmälert und im Flächeninhalt kaum halb so groß wie bei O lasiopetala; sie zeigen nur ganz schwach eine schiefe Form durch den an der einen Seite etwas vorgezogenen Rand. Ihre Farbe ist rosenrot, und von ihrer Mitte ab sind sie zur Basis hin auf dunklen rosa Grunde von noch dunkler roten Adern durchzogen; an der Basis wieder etwas heller.

Die langen Filamente, welche wie bei O. lasiopetala viele Knötchenhaare, aber wenige gestielte Drüsenhaare tragen, sind dunkelrot gefärbt, die kurzen sind glatt und rosa gefärbt.

Die Griffel tragen nur viele Knötchenhaare und sind dunkelrosa.

Heben wir aus dem Vorstehenden die hauptsächlichsten der angegebenen Unterschiede zwischen Oxalis lasiopetala und O. articulata hervor, um sie für die Vergleichung der Bastarde mit ihren Eltern übersichtlich bei einander zu haben:

Oxalis lasiopetala.	O. articulata.
Blattstiel: viele Haare 1	wenige Haare 1
viele 3	keine 3
Blattoberseite: keine Spaltöffnungen	einige Spaltöffnungen
wenige Haare 2	keine Haare 2
Unterseite: selten Haare 3	keine Haare 3
Blattrand: stark rotbraun	unterbrochen rotbraun
Kelchblätter: lanzettlich	lineal,
viele Haare 3	keine Haare 3
Blumenblätter: plötzlich benagelt, stark schief, gleichmäßig hellviolett	allmählich zulaufend, wenig schief, rosa mit dunkelroten Adern
Kurze Filamente: weiß	rosa
Griffel: weiß.	dunkelrosa.

Oxalis lasiopetala bestäubt mit O. articulata.

Durch Bestäubung der mittelgriffeligen Form von O. lasiopetala mit der langgriffeligen von O. articulata wurden im Herbst 1885 und im Sommer 1886 zahlreiche Kapseln erzielt, aus deren Samen kräftige Pflanzen erwuchsen, welche, als sie einige Monate nach der Aussaat in Blüte kamen, nicht nur die beiden elterlichen Formen, sondern auch die dritte, die kurzgriffelige, zeigten, und zwar waren von den 24 Sämlingen 11 langgriffelig, 8 mittelgriffelig und 5 kurzgriffelig.

Es würde nun doch etwas zu weit führen, wollte ich hier alle Aufzeichnungen wiedergeben, welche ich über die Beschaffenheit dieser Bastarde gemacht habe, und es soll daher nur ein kurzer

Überblick über die einzelnen Punkte erfolgen, in denen die Bastarde entweder mehr dem Vater oder mehr der Mutter glichen oder im Mittel standen.

Die Blattstiele zeigten bei einigen Bastarden die Knötchenhaare in einer mittleren Zahl zwischen denen der beiden Eltern, in anderen Fällen waren diese Haare nur wenige, wie bei O. articulata, in noch anderen hingegen so viele wie bei O. lasiopetala.

Auf der Blattoberseite zeigten sich in den meisten Fällen ziemlich viele Spaltöffnungen, fast noch mehr als bei O. articulata, in wenigen Fällen fehlten sie aber auch ganz. Meistens waren hier wie bei O. articulata keine Beutelhaare vorhanden, in einigen Fällen kamen sie aber hier vor wie bei O. lasiopetala. Auf der Unterseite der Blätter ließ sich hingegen nie, was bei O. articulata der Fall ist, ein vollständiger Mangel der gestielten Drüsenhaare finden, sondern dieselben waren hier stets wie bei O. lasiopetala, sogar manchmal in größerer Menge vorhanden.

Auf den Kelchblättern aller Bastarde waren gestielte Drüsenhaare in ziemlicher Menge vorhanden, wie bei O. lasiopetala, und fehlten nie, wie bei O. articulata. Die Form der Kelchblätter stand meist im Mittel zwischen den beiden Eltern.

Die Blütenblätter zeigten in ihrer Form meistens eine Mittelbildung zwischen denen der beiden Eltern, indem sie mehr oder weniger keilförmig waren, allmählich in den Nagel zulaufend, aber breiter als die von O. articulata, dazu aber mehr oder weniger derartig schief ausgebildet wie bei O. lasiopetala. Bemerkenswerter als ihre Form war ihre Farbe, besonders durch die verschiedenartige Vereinigung der elterlichen Farben, welche von zweierlei Natur war, nämlich eine wirkliche Vermischung des Hellviolett von O. lasiopetala mit dem Rosenrot von O. articulata über die ganze Blattfläche hin, oder ein gleichzeitiges Vorkommen dieser Mischung neben dem reinen Rot der O. articulata auf einem und demselben Blatte.

Bei der Vermischung der beiden elterlichen Farben überwog bald die eine Art, bald die andere, indem das durch diese Mischung gebildete Violett bald mehr sich dem hellen Violett von O. lasiopetala, bald mehr dem Dunkelrosa von O. articulata näherte; das reine Hellviolett von O. lasiopetala wurde aber ebensowenig wie das reine Rosa von O. articulata in irgend einem Falle beobachtet. Im allgemeinen waren die Bastarde, welche eine Vermischung der beiden elterlichen Farben über die ganze Blattfläche hin zeigten, nur selten; ich fand sie an 7 Bastarden; bei den einen von diesen

war das Violett vom Nagel her etwa bis zur Hälfte des Blattes aufwärts von dunkelrosa Adern durchzogen, in den anderen nicht.

Besonders bemerkenswerte Verschiedenheiten zeigten aber die Blüten, in deren Blättern die Vermengung der beiden elterlichen Farben neben der reinen Farbe des einen der Eltern, nämlich dem Rot der O. articulata, in mehr oder weniger scharfer Trennung vorkam. Eine Beschreibung dieser Erscheinung mit Worten würde ziemlich langwierig sein und dabei schwierig den Sachverhalt ganz klar machen, während die beifolgenden Abbildungen, Taf. XXVI, Fig. 21, welche von einer Reihe der hervortretendsten Fälle genommen sind, ihn sogleich verdeutlichen werden. Die schattierten Stellen bedeuten in denselben die violette Mischfarbe, während die unschattierten das mehr oder weniger reine Rot von O. articulata bezeichnen. Hinzugefügt muß noch werden, daß die Lage der violetten Stellen und der roten bei den einzelnen Blüten desselben Bastardes insofern eine verschiedene war, als die Blütenblätter in der Knospenlage verschieden gedreht waren und hiernach eine verschiedene Form zeigten, so daß in den einen Blüten die rechte Seite der Blätter den seitlich vorspringenden stumpfen Winkel zeigte, in den andern die linke. Wenn nun in den einen Blüten die linke Seite violett war, so war es in den anderen die rechte, ein Umstand, der sogleich in die Augen fiel und welcher mich zu der Erkenntnis führte, daß überhaupt bei den zu den Experimenten benutzten Oxalisarten die einen Blüten Rechtsdrehung, die anderen Linksdrehung der Blumenkrone zeigen.

Diese Drehung ergab sich als eine vollständig regellose, bald war die Endblüte des Blütenstandes rechts gedreht, bald links, und die Drehung der nächstfolgenden seitlichen Blüten stand zu dieser ersten in gar keiner bestimmten Beziehung.

Bei einer Vergleichung der gesamten Bastarde, in deren Blütenblättern die Farben Violett und Rosa getrennt waren, ergab sich ganz ausnahmslos als Regel, daß das Violett immer von dem stumpfen, in der Knospenlage bedeckten Rande der Blumenblätter ausging und sich von hier aus sehr verschieden weit nach der entgegengesetzten Seite des Blattes hinzog, wie aus den Figuren ersichtlich ist.

Auch auf diesen Blüten, in deren Blütenblättern zwei Farben nebeneinander sich fanden, kamen entweder dunkle Adern auf dem unteren Teil der Blütenblätter vor, wie dies bei O. articulata der Fall ist, oder sie fehlten, wie bei O. lasiopetala.

Schließlich bleibt noch hinzuzufügen, daß bei einem Teile der

vorliegenden Bastarde die kurzen Filamente weiß oder rosa waren, ebenso wie die Griffel, so daß sich teilweise die Färbung des Vaters, teilweise die der Mutter zeigte.

Oxalis articulata bestäubt mit O. lasiopetala.

Im Mai und Juni 1886 übertrug ich von der allein mir zu Gebote stehenden mittelgriffeligen Form von O. lasiopetala den Pollen auf die Narben einer langgriffeligen O. articulata, was zur Folge hatte, daß alle die Blüten dieser Art, welche nach Bestäubung mit derselben Form von O. articulata sonst abgefallen waren, alsbald Frucht ansetzten. Die Kapseln reiften Mitte Juni und die darin enthaltenen Samen wurden nun sogleich ausgesät. Von den massenhaft aufgehenden Keimlingen wurde aber nur ein Teil weiter kultiviert und nur 22 bis zur Blütezeit beobachtet, von denen sich nun 6 als kurzgriffelig, 9 als mittelgriffelig und 7 als langgriffelig erwiesen.

Auch von diesen soll der Kürze wegen in bezug auf die zu den Vergleichen benutzte Behaarung der Blätter nur das allgemeine Ergebnis, nicht die Einzelheiten der Befunde angegeben werden, welche im Vergleich mit den Eltern und mit der vorher besprochenen Bastardreihe von Bedeutung sein können: auf den Blattstielen waren von der Haarform 1 bald viele, bald wenige vorhanden, also ähnlich wie bei der anderen Bastardreihe. Ebenso fanden sich auf der Oberseite der Blätter entweder Spaltöffnungen, oder sie fehlten auch ganz; auch hier waren bisweilen Beutelhaare vorhanden, fehlten aber auch in anderen Fällen vollständig. Weiter fanden sich hier ganz wie bei der anderen Bastardreihe auf der Unterseite der Blätter stets gestielte Drüsenhaare in verschiedener Menge und fehlten nie. Es glichen sich also in der Behaarung der Blätter beide Bastardreihen vollständig, und ich kam zu diesem Resultat in ganz unbefangener Weise, indem ich zuerst die Resultate aus den Untersuchungen bei der einen Bastardreihe zog und dann, ohne diese noch im Gedächtnis zu haben, die an den anderen Bastarden gewonnenen Ergebnisse zusammenstellte.

Ein ganz gleiches Resultat gab die Untersuchung der Kelchblattbehaarung, indem hier immer sich gestielte Drüsenhaare in verschiedener Anzahl fanden.

Namentlich verhielten sich aber die Blütenblätter in Form und Farbe ganz ähnlich denen der anderen Bastardreihe: an den 14 beobachteten Fällen zeigten 4 eine gleichmäßig violette Färbung, dunkler als die von O. lasiopetala, während die anderen dieses

Violett und dazu Rosa in ganz ähnlicher Weise nebeneinander zeigten, wie dies von den anderen Bastarden dargestellt worden.

Hiernach müssen wir sagen, daß die vorliegenden Bastarde, bei aller Verschiedenheit untereinander, dennoch ganz in demselben Rahmen blieben wie die in der entgegengesetzten Weise erzeugten Bastarde, wo nicht Oxalis articulata die Mutter war, sondern O. lasiopetala. Die Ähnlichkeit dieser Bastarde mit den anderen erwies sich als eine derartige, daß es unmöglich war, bei Nichtbeachtung ihrer Bezeichnungen zu sagen, ob eine der Pflanzen dieser Abteilung angehörte oder jener.

Einen Vergleich der Gesamtheit der beiden Bastardreihen mit den beiden Eltern zu machen, würde zu sehr eine Wiederholung des kurz vorher Gesagten sein, nur dies sei als besonders bemerkenswert hervorgehoben, daß in den Blüten die Farbe der Eltern sich teils durchweg innig vermischte, teils das Rosa der O. articulata neben dieser violetten Mischfarbe ganz rein auftrat. Hierdurch gab es in den betreffenden Fällen eigentümlich bunte Blätter, die aber doch nicht derartig waren, daß man diesen Bastarden in den Gärten eine Zukunft voraussagen könnte. Wenn auch bei allen die Blätter größer waren als bei Oxalis articulata, so dürften die Mischfarben doch weniger Anklang finden.

Hervorzuheben bleibt noch, daß bei den beiden Bastardreihen sich mit Leichtigkeit die in den Eltern nicht vertretene kurzgriffelige Form erzeugen ließ, während dies bei der Vereinigung der langgriffeligen Form von O. articulata mit der mittelgriffeligen Form derselben Art nur in äußerst seltenen Fällen geschah, und viele Generationen verliefen, ehe die kurzgriffelige Form in einigen Exemplaren auftrat. [1])

Die Bastarde beider Abteilungen wurden von ihren Eltern isoliert kultiviert und setzten dennoch bei emsiger Thätigkeit der Bienen reichlich Frucht mit guten Samen an, so daß auch hier Bastarde vorliegen, welche in sich vollständig fruchtbar sind.

Bastardierungen innerhalb der Gruppe von Oxalis rubella.

Unter den Oxalisarten giebt es eine Gruppe, welche ich als die Rubellagruppe bezeichnen möchte, da Oxalis rubella als deren Repräsentant angesehen werden kann. Diese Gruppe zeichnet sich unter anderem dadurch aus, daß ihre Zwiebeln um die fleischigen Nährschuppen nur ganz dünne, häutige Schutzschuppen besitzen,

1) Bot. Zeitung 1887 S. 35.

und daß die aus der Erde hervorwachsende Achse dieser Zwiebel sich über der Erde weithin verlängert, sich meist verzweigt, ganz stiellose 3-zählige Blätter mit länglichen Teilblättchen trägt, in deren Achseln die langgestielten Blüten einzeln stehen, welche durch ihre Größe sich vor denen der meisten anderen Oxalisarten auszeichnen und zwischen leuchtendem Rot und verschiedenartigem Violett in der Farbe wechseln.

Die einzelnen Arten dieser Gruppe sind untereinander teils so ähnlich, daß man vielfach darüber streiten kann und wirklich im Streit ist, was man hier für eine Art, was für Varietät anzusehen hat, ein Umstand, welcher auch noch dadurch herbeigeführt wird, daß die Exemplare einer und derselben Art ein sehr verschiedenes Aussehen haben, wenn sie unter verschiedenen Verhältnissen gewachsen sind, z. B. in ihrer trocknen, heißen, sonnigen Cap-Heimat, oder in unseren feuchten, kühlen und verhältnismäßig düsteren Gewächshäusern. Durch diese innerhalb einer und derselben Art nachweisbaren Verschiedenheiten kann man leicht dahin gebracht werden, wirklich verschiedene Arten nur für Standortsmodifikationen zu halten.

Ein Hindernis in der Entscheidung dieser Streitfrage bildet der Umstand, daß diese Arten bei uns nicht durch Samen fortgepflanzt werden, sondern durch Zwiebelbrut, durch welche man keinen Aufschluß über die Beständigkeit oder Unbeständigkeit der Art bekommt und nicht erkennen kann, wie und ob sie variiert. Eine große Masse von Individuen dieser einzelnen Arten, nebeneinander und jahrelang hintereinander kultiviert, macht natürlich durch ihre Gleichartigkeit den Eindruck der Beständigkeit der betreffenden Art, welche aber durch diese Fortpflanzung auf ungeschlechtlichem Wege durchaus nicht entschieden ist. Die geschlechtliche Fortpflanzung ist bei uns dadurch unmöglich gemacht, daß in den meisten Fällen jede der einzelnen trimorphen Arten nur in einer einzelnen der 3 Formen in Kultur ist. Wäre diese geschlechtliche Fortpflanzung möglich, so würde sich leichter darüber entscheiden lassen, was hier Art sei, was Varietät.

Aber in anderer Weise scheint mir diese Frage sich entscheiden zu lassen, nämlich durch die Kreuzung der Pflanzen untereinander, von denen man wissen will, ob sie zu einer Art zu rechnen seien oder nicht. Zu diesem Gedanken führten mich die Ergebnisse, welche ich bei einer großen Reihe von derartigen seit Jahren angestellten Bastardierungsversuchen bekam, womit aber durchaus noch nicht gesagt sein soll, daß dieselben in allen Fällen

entscheidend sind, wenn dies auch für einige zugegeben werden dürfte.

Schon als ich meine Abhandlung über die Vegetationsverhältnisse der Oxalisarten schrieb, hatte ich die Vermutung [1]), daß die Keimlinge, welche ich aus Samen erzogen hatte, die sich im Herbst 1882 an verschiedenen Arten der Rubellagruppe gebildet hatten, nicht reine Nachkommen der betreffenden Pflanzen seien, an welchen sie sich gebildet, sondern daß dieselben durch Bastardierung mit anderen, benachbart kultivierten Arten entsanden sein möchten. Dies stellte sich auch als richtig heraus, als die Sämlinge im Herbst 1884 zum Blühen kamen, wo neben den Mittelbildungen der vegetativen Teile namentlich auch die Blüten Mittelbildungen zwischen jenen Arten zeigten; kein einziger Sämling war seiner Mutter, über welche allein Gewißheit vorhanden, gleich. Aber auch außerdem wurde durch das Experiment erwiesen, daß diese Sämlinge nur durch Kreuzung der verschiedenen Oxalisarten entstanden sein könnten, indem diese niemals Früchte ansetzten, wenn sie mit dem gleichartigen Pollen bestäubt wurden, entweder derselben Blüte oder einer anderen Blüte desselben Stockes oder mit der Blüte einer anderen gleichformigen Pflanze.

Diese Beobachtungen führten mich nun dazu, innerhalb dieser Oxalisgruppe sehr umfassende Bastardierungsversuche vorzunehmen, bei denen ich mehrere Hunderte von Sämlingen erzog, von denen jeder einzelne beobachtet wurde, worüber im Folgenden näher Bericht erstattet werden soll.

Bei dem Vergleich der einzelnen zu den Experimenten benutzten Arten zeigte sich, daß dieselben in verschiedenen Punkten fast ganz übereinstimmten, und diese sollen nun in der folgenden Beschreibung der einzelnen Arten, welche den Bastardierungserfolgen voranzugehen hat [2]), weniger berücksichtigt worden; andere Punkte zeigten hingegen sehr hervortretende Verschiedenheiten — doch wird es sich empfehlen, über diese Dinge erst dann inen Überblick zu geben, wenn die einzelnen Arten beschrieben worden sind.

---

1) l. c. S. 57.

2) Eine Beschreibung dieser Arten habe ich zwar schon unter Eingehen auf alle einzelnen Vegetationserscheinungen in meiner Oxalisabhandlung gegeben, es ist hier aber eine Wiederholung und Erweiterung jener Beobachtungen wegen des Vergleiches mit den Bastarden geboten.

Alle zu den Versuchen benutzten Pflanzen stammten aus dem botanischen Garten von Palermo, wo ihre Namen von Todaro festgestellt worden waren.

Oxalis rubella.

Der oberirdische Stengel von Oxalis rubella, welcher bei unseren Kulturen im Laufe des Septembers aus der kugeligen Zwiebel als deren gestreckte Achse über die Erde tritt, ist zuerst ziemlich aufrecht, später etwas überneigend und von kräftigem Wuchs; er treibt bald mehrere Seitenzweige, welche mehr oder weniger zweizeilig bei der Lage der Hauptachse sich richten. Alle Stengel sind freudig grün.

Die Teilblättchen der ungestielten 3-zähligen Blätter sind die größten in dieser Gruppe und zeichnen sich außerdem zum Teil durch die längliche Herzform aus, sind also nach der Spitze hin verbreitert und an dieser ausgerandet; die Ausrandung ist aber eine bald mehr, bald weniger tiefe, manchmal nur sehr schwach. Diese Blättchen sind außerdem im erwachsenen Zustande meist ganz flach und kaum durch Aufrichtung ihrer Ränder rinnig. Bei schwacher Behaarung zeigen sie ein freudiges Grün. Die Oberhant der Oberseite besteht aus Zellen, deren Seitenwände wenig geschlängelt sind, und deren Außenwände in der Mitte ein Knötchen tragen; zwischen ihnen zahlreiche Spaltöffnungen, keine Haarbildungen. Die Oberhaut der Unterseite besteht hingegen aus größeren, an ihren Rändern ziemlich stark geschlängelten Zellen, hat gar keine Spaltöffnungen, hingegen einzelne lange, stark knotig verdickte einzellige und kurz beutelförmige, ausscheidende Haare.

Das Blühen tritt in Absätzen ein, indem in den Achseln von 3—5 aufeinanderfolgenden Blättern je eine Blüte steht, dann 2—3 Blätter ohne Blüten in ihren Achseln folgen, und nun wieder mehrere Blätter mit solchen, darauf eine Blühunterbrechung und dann wieder dicht aufeinanderfolgende Blüten. An den Seitenzweigen zeigt sich dieselbe Erscheinung. Hierdurch kommt es, daß diese Pflanzen eine zeitlang in Blüte sind, dann mehr oder weniger blütenlos und nun wieder zum Blühen kommen, ein sehr eigentümliches, für diese und einige andere Arten charakteristisches Verhältnis.

Die Blütenstiele sind meist nicht länger als die Blüten selbst, die kürzesten in dieser Gruppe. Die an ihnen befindlichen beiden Hochblättchen sind meist der Blüte sehr nahe gerückt, aber auch

manchmal etwas von dieser entfernt; sie sind pfriemlich bis lanzettlich, manchmal laubblattartig und dann die breitesten in der Gruppe. Die Hochblätter können also bei ihrem Wechsel in Stellung und Form nicht als besonders charakteristisch bezeichnet werden, wie dies auch bei den später zu beschreibenden Oxalisarten der Fall ist.

Die Kelchblätter sind lanzettlich, ganz gleichmäßig freudig grün und tragen auf dem Rücken viele Knötchenhaare, wenige Beutelhaare.

Die Blumenblätter sind hellviolett, rein gelb benagelt, nur die Ansatzstelle ist ganz kurz und schwach blutrot gefärbt, so schwach, daß man dies zuerst gar nicht bemerkt.

Staubgefäße und Griffel zeigen für unseren Zweck nichts Bemerkenswertes. Die einen der zu den Experimenten benutzten Exemplare von O. rubella waren mittelgriffelig und trugen bei Selbstbestäubung nie Samen; andere, welche in Palermo den Namen O. multiflora tragen, waren kurzgriffelig und blieben bei Selbstbestäubung gleichfalls ohne Frucht. Letztere gehören offenbar zu O. rubella, das zeigten die Erfolge der wechselseitigen Bestäubung beider Formen. Bei der im Herbst 1885 vorgenommenen Bestäubung der mittelgriffeligen Form mit der kurzgriffeligen zeigten unter 24 bestäubten Blüten 19 einen Fruchtansatz und entwickelten in den Kapseln 1—4, im Durchschnitt nach jeder Bestäubung 2 Samen. Die Bestäubung der kurzgriffeligen mit der langgriffeligen Form zeigte sich nicht so erfolgreich; es setzten unter 21 bestäubten Blüten nur 14 Frucht an, und der Erfolg der Bestäubungen war hier im Durchschnitt für jede Bestäubung nur 1 Samen. Dieser Unterschied dürfte aber in der freien Natur nicht vorkommen; bei meinen Experimenten rührte er möglicherweise daher, daß die kurzgriffelige Form sich immer schwieriger künstlich bestäuben läßt als die mittelgriffelige, und leicht bei der Bestäubung eine oder die andere Narbe unbelegt bleiben kann.

Alle die aus dem gewonnenen Samen erzogenen Pflanzen wuchsen zwar ganz üppig, waren aber doch zuerst nicht so kräftig wie die gleichzeitig durch Bastardierung mit anderen Arten erzeugten, welche wir später besprechen werden. Namentlich war es sehr auffällig, daß von den 45 im Herbst 1885 erzeugten Sämlingen im Herbst 1887, wo die meisten Bastarde schon in Blüte kamen, nur 11 Blüten entwickelten; die Mehrzahl, nämlich 29, kam erst im Herbst 1888 in Blüte, und es blieben zu dieser Zeit

noch 5 Exemplare ganz blütenlos, während fast alle im Herbst 1885 erzeugten Bastarde bis zum Herbst 1888 blühereif wurden.

Sowohl die vegetativen Teile als die Blüten der Sämlinge zeigten sich den beiden Eltern ganz gleich; keine Variation war unter den doch ziemlich zahlreichen Exemplaren bemerkbar, was wohl schon an sich zeigt, daß die beiden Eltern wirklich eine Spezies ausmachen. Dies wurde aber nun namentlich noch dadurch zweifellos, daß unter den 40 einstweilen zur Blüte gekommenen Sämlingen nicht nur die beiden elterlichen Formen, und zwar die kurzgriffelige bei 19, die mittelgriffelige bei 6 Pflanzen, auftraten, sondern auch die dritte, die langgriffelige, sich 4mal zeigte, während nach den Bastardierungen zwischen verschiedenen Spezies der Rubellagruppe, wie wir unten sehen werden, fast ausnahmslos nur die Formen der beiden Eltern in den Bastarden auftreten und nicht die dritte.

Oxalis macrostylis.

Die Zwiebeln von O. macrostylis sind denen von O. rubella sehr ähnlich. Die Stengel sind ziemlich aufrecht, nicht so niederliegend wie bei O. rubella, und daher ihre Zweige nicht so zweizeilig gewandt, wie dort; alle Zweige sind fast ebenso freudig grün wie bei O. rubella.

Die Teilblättchen haben ei-lanzettliche Gestalt im Gegensatz zu der oft nach oben verbreiterten Herzform von O. rubella, deren Größe sie auch selten erreichen; an der Spitze sind sie nur ganz schwach ausgerandet; sie sind kaum rinnig und beinahe von derselben freudig grünen Farbe wie bei O. rubella. Auch die Oberhaut dieser Blättchen hat ganz denselben Bau wie dort, hingegen sind die Zellen der Unterseite nicht so stark an ihren Rändern geschlängelt.

Auch hier tritt das Blühen wie bei O. rubella in Absätzen ein.

Die Blütenstiele sind im Gegensatz zu O. rubella sehr lang, viel länger als die Blüten, was keine Folge der Kultur sein kann, da die Exemplare beider Arten nebeneinander gezogen wurden.

Die Hochblätter sind pfriemlich, bleichgrün und immer etwas, meist um die Kelchlänge, von den Blüten entfernt.

Die lanzettlichen Kelchblätter zeigen ein für die Art sehr charakteristisches Merkmal, indem sie braunrot berandet sind bei bräunlich-grüner Außenseite; sie besitzen einige lange Knötchenhaare, einige Beutelhaare und in seltenen Fällen 2-zellige Drüsenhaare,

Die Blumenblätter sind dunkel karminrot, nicht sehr leuchtend, mit gelbem Nagel, an dessen Grunde sich nie, wie dies bei O. hirta der Fall ist, eine blutrote, weit hinaufgehende Stelle findet, sondern nur auf kurzer Strecke ein rötlicher Anflug.

Alle Exemplare, welche mir zu Gesicht gekommen, waren langgriffelig und trugen bei Bestäubungen untereinander nie Samen, ungeachtet dieselben sehr zahlreich und unter verschiedenen Umständen vorgenommen wurden. Bei dieser Unmöglichkeit, Samen zu beschaffen, konnten also auch keine Beobachtungen über die reinen Nachkommen dieser Art einstweilen gemacht werden.

Oxalis hirta.

Die Zwiebeln von Oxalis hirta sind denen von O. rubella und O. macrostylis sehr ähnlich. Die aus ihnen hervortretenden Stengel haben ungefähr dieselbe Richtung wie bei O. rubella, sind aber dünner, und ihr Grün hat einen rotbraunen Anflug.

Die Teilblättchen sind noch schmaler als bei O. macrostylis, haben eine lineal-lanzettliche Gestalt und sind nur ganz schwach oder gar nicht an der Spitze ausgerandet; sie sind durch Aufrichten ihrer Ränder mehr oder weniger rinnig. Ihre Oberseite zeigt von den vorhergehenden Arten im Bau nichts Abweichendes. Die Unterseite besitzt ziemlich stark geschlängelte Zellen und zahlreiche lange Knötchenhaare, wodurch das graugrüne Ansehen der Pflanze bei der Aufrichtung der Blattseiten und neben dem nicht so freudigen Grün der Blattoberseite bedingt wird; weiter finden sich hier ziemlich viele Beutelhaare.

Auch hier findet eine Blühunterbrechung wie bei den beiden vorher besprochenen Arten statt.

Die Blütenstiele sind ziemlich lang, ungefähr so lang wie bei O. macrostylis.

Die pfriemlichen Hochblättchen sind meist um die Länge des Kelches von diesem entfernt.

Die Kelchblätter sind ei-lanzettlich, gleichmäßig bräunlich-grün, auf dem Rücken mit vielen Knötchenhaaren, nur seltenen Beutelhaaren versehen.

Die Blumenblätter sind dunkelviolett, bedeutend dunkler als die von O. rubella und haben am Grunde ihres gelben Nagels in einer sehr für die Art charakteristischen Weise eine weit hinauf sich ziehende blutrote Stelle.

Alle aus Palermo bezogenen Exemplare waren langgriffelig

und trugen bei Selbstbestäubung nie Samen, was sie aber sogleich thaten, wenn sie im Freien zwischen anderen Arten kultiviert wurden. Die aus dem Berliner botanischen Garten in den von Freiburg unter dem Namen O. hirta gekommenen Pflanzen zeigten sich in bezug auf Farbe der Blüten und Form der vegetativen Teile untereinander sehr verschieden und waren offenbar Bastarde zwischen verschiedenen Arten der Rubellagruppe, nach meinen Experimenten zu schließen hauptsächlich Kreuzungen zwischen O. rubella, hirta und macrostylis.

Oxalis fulgida.

Die Zwiebeln von Oxalis fulgida sind im Gegensatz zu den vorher beschriebenen Arten etwas platt gedrückt und außerdem bedeutend größer. Die Stengel sind am Grunde zuerst fast ganz der Erde aufliegend, was sehr charakteristisch ist, und erst ihre oberen Teile erheben sich später gerade aufwärts; sie sind unten sehr stark und ebenso hier, wie weiter nach oben von bräunlich-roter Farbe.

Die Laubblätter stehen voneinander entfernter als bei den vorher besprochenen Arten; ihre Teilblättchen sind lineal-lanzettlich, am Ende abgerundet, gar nicht ausgerandet, etwas rinnig; sie haben ein etwas dunkleres Grün als die sonst sehr ähnlichen von O. macrostylis. Ihre Unterseite zeigt Epidermiszellen, deren Seitenwände im Gegensatz zu O. rubella und hirta nur wenig geschlängelt sind.

Das Blühen beginnt hier schon ganz unten am Stengel, sogar schon aus den Achseln der hier stehenden schuppigen Blättchen, wo dann neben den Blüten noch Seitenzweige hervortreten. Ferner ist für die Art charakteristisch, daß das Blühen keine Unterbrechung erleidet, sondern die Blüten ununterbrochen in den Achseln der aufeinanderfolgenden Blätter bis zu 18 hintereinander auftreten.

Die Blütenstiele sind die längsten in der Gruppe, noch viel länger als die von O. macrostylis; sie sind bräunlich-rot.

Die Hochblätter sind lineal und meist weit von den Blüten entfernt.

Die Kelchblätter sind schmaler als bei den vorher besprochenen Arten und haben auf dem Rücken sowie am Rande als hervortretendes Merkmal zahlreiche dunkel-rotbraune Streifchen. Sie besitzen Knötchenhaare und Beutelhaare.

Die Blumenblätter sind von dunkel karminroter Farbe, leuchtender als die von O. macrostylis, auch in Form schmaler und spitzer als jene. Ihr Nagel ist rein gelb.

Die unter dem Namen O. fulgida aus Palermo stammenden Pflanzen waren nicht alle die reine O. fulgida, sondern es fanden sich unter ihnen Pflanzen, welche anscheinend Bastarde waren und sich kurzgriffelig zeigten, wodurch sich in meiner früheren Oxalisabhandlung [1]) der Irrtum eingeschlichen, daß ich die O. fulgida in 2 Formen kultiviert und von der Vereinigung dieser Samen erhalten hätte. Die nachher isolierten, allein richtig benannten langgriffeligen Exemplare der Art trugen nun nie Samen, welcher auch dann, wie wir sehen werden, sich nur schwer an dieser Art erzeugen ließ, wenn zu deren Bestäubung Pollen von anderen Formen anderer Arten der Rubellagruppe genommen wurde.

Oxalis longisepala.

Die Zwiebeln von Oxalis longisepala sind denen von O. rubella ähnlich, doch spitzer zulaufend und im allgemeinen kleiner. Die aus ihnen hervortretenden oberirdischen Stengel sind unten niederliegend und bald stark verzweigt, so daß die ganze Pflanze, bei der auch sehr dichten Stellung der Blätter, ein sehr gedrungenes und dadurch von den anderen Arten abweichendes Ansehen hat.

Die Teilblättchen sind ungefähr so schmal wie bei O. hirta, aber am Ende gar nicht ausgerandet und von freudig grüner Farbe, sie sind oberseits stark rinnig und sind bei dieser Art unter den besprochenen die kleinsten. Ihre Oberseite zeigt nichts Ungewöhnliches; auf der Unterseite sind die Epidermiszellen nur wenig geschlängelt.

Im Blühen findet hier eine Unterbrechung statt wie bei O. rubella etc. Im ganzen treten die Blüten an den einzelnen Zweigen nicht so zahlreich auf wie bei jenen Arten, dafür ist aber die Verzweigung eine stärkere.

Die Blütenstiele sind von mittlerer Länge, länger als die von O. macrostylis; sie sind grün gefärbt und tragen die 2 pfriemlichen Hochblättchen ziemlich nahe am Kelch.

Die Kelchblätter sind lineal, haben entweder gar keinen braunroten Rand, oder ein solcher ist nur schwach durch einzelne rote Streifchen oder Fleckchen angedeutet, oder es ist an der unteren

1) l. c. S. 51.

Hälfte des Randes ein braunroter Streifen. Auf dem Rücken haben die Kelchblätter wenige Knötchenhaare, keine Beutelhaare.

Die Blütenblätter zeigen ein gelbliches, sehr leuchtendes Karmin, wodurch sie sich von den anderen Arten unterscheiden; ihr gelber Nagel ist wie bei O. hirta vom Grunde her eine Strecke hinauf blutrot gefärbt.

Die allein vorhandene langgriffelige Form trug weder mit sich selbst noch mit anderen Formen anderer Arten bestäubt je Früchte, doch war ihr Pollen, wie wir sehen werden, zur Befruchtung anderer Arten tauglich.

Oxalis canescens.

Die Zwiebeln von Oxalis canescens lassen sich ziemlich leicht dadurch von denen der vorher besprochenen Arten unterscheiden, daß sie am Ende spitzer zulaufen, und namentlich dadurch, daß ihre äußeren sehr dünnen Schuppen eine mehr graubraune, schmutzige Farbe haben. Der über die Erde tretende Stengel zeigt durch mehrerlei Dinge einen Unterschied von dem der anderen Arten: einmal wächst die Hauptachse entweder ihrer ganzen Länge nach oder doch zum größten Teil ganz aufrecht; weiter beginnt die Bildung von Seitenzweigen erst nach einigem Verlaufe des Stengels, so daß diese Oxalispflanzen ein bäumchenartiges Aussehen haben; endlich ist es für den Stengel sehr charakteristisch, daß er, namentlich am unteren Teile, von glänzend schwarzer Farbe ist, welche mehr nach oben in Braun und erst an den Zweigen in Braungrün übergeht.

Die Teilblättchen sind lineal-lanzettlich, an der Spitze kaum oder gar nicht ausgerandet, oberseits etwas rinnig und von graugrüner Farbe, welche aber nicht etwa von hier befindlichen Haaren herrührt, denn die Oberhaut der Blattoberseite ist hier wie bei den anderen Arten ganz haarlos. Auf der Unterseite sind die Zellen an den Rändern sehr stark geschlängelt, am stärksten von allen anderen verwandten Arten, es kommen hier wie dort Knötchen und Beutelhaare vor.

Die Blüten treten hier wie bei O. fulgida in ununterbrochener Reihenfolge in den Achseln der Blätter auf.

Die Blütenstiele sind ziemlich lang, von bräunlich-grüner Farbe; ihre 2 pfriemlichen Hochblätter stehen in verschiedener Entfernung vom Kelch.

Die Kelchblätter sind pfriemlich, von bräunlich-grüner Farbe

und tragen auf dem Rücken zahlreiche Knötchenhaare, nur selten Beutelhaare.

Die Blumenblätter, welche von den verwandten Arten die höchste Temperatur, nämlich 13° C bedürfen, um voneinander zu gehen, haben von allen Arten das hellste Violett und einen charakteristischen Seidenglanz; ihr Nagel ist ganz hellgelb; dazu sind sie die kleinsten in der Gruppe.

Niemals wurde ein Fruchtansatz bemerkt, wenn die Exemplare, welche alle mittelgrifflig waren, mit sich selbst oder untereinander bestäubt wurden.

Wenn wir nun auf die vorstehende Beschreibung der Oxalisarten aus der Rubellagruppe einen Rückblick werfen, so sehen wir, daß diese Arten in einer großen Reihe von Merkmalen morphologischer und anatomischer Natur entweder ganz übereinstimmen oder doch nur schwach voneinander sich unterscheiden, so daß diese Merkmale bei den Bastardierungen von keiner weiteren Bedeutung sein können. Andere Merkmale sind hingegen für die einzelnen Arten charakteristisch und also bei der Beobachtung der Bastarde von Wichtigkeit.

Zu den übereinstimmenden oder nur wenig voneinander abweichenden Merkmalen gehören folgende: die Form und Farbe der Zwiebel, welche zwar bei einigen Arten, wie O. canescens und fulgida, eine bemerkenswerte Abweichung von derjenigen der anderen Arten zeigt, die aber nicht groß genug ist, um bei den Bastarden eine hervortretende Rolle zu spielen, bei diesen daher auch nicht näher untersucht wurde.

Ähnlich verhält es sich mit dem anatomischen Bau der Blattoberhäute. Die auf diesen vorkommenden Haare sind alle gleicher Natur, nämlich einzellige, kurze, beutelartige, mit verschmälertem Grund aufsitzend (Beutelhaare), und einzellige, lange, spitz endigend, mit zahlreichen nach außen vorspringenden Knötchen verdickt (Knötchenhaare). Diese Haare zeigen bei der Vergleichung mit den Bastarden nicht stark genug hervortretende Verschiedenheiten in der Anzahl. Die Oberhautzellen der Blattunterseite zeigen zwar Verschiedenheiten in bezug auf die Schlängelung ihrer Seitenwände, wo O. macrostylis mit schwacher, O. canescens mit sehr starker Schlängelung die beiden Extreme bilden; aber auch dieses Merkmal ist nicht recht für die Vergleichung

der Bastarde mit ihren Eltern geeignet, wie sich nach zahlreichen, zeitraubenden Untersuchungen herausstellte, welche ich an den unter gleicher Vergrößerung mit dem Prisma entworfenen Zeichnungen machte.

Weiter haben die Blütenstiele zwar verschiedene Längen, sind sehr kurz bei O. rubella, sehr lang bei O. fulgida, aber auch dieses Merkmal ist für den Vergleich mit den Bastarden nicht von hervortretender Bedeutung, ebensowenig wie die Form der Hochblätter und die Entfernung derselben von der Blüte, da diese Entfernung bei einer und derselben Pflanze an den verschiedenen Blättern eine verschiedene ist. Sie sollte also auch nicht, wie dies geschehen, zu Diagnosen der Arten angewendet werden.

Auch die Kelche zeigen in ihrer Form keine derartigen Verschiedenheiten, die charakteristisch genannt werden könnten.

Das Aufgehen der Blüten bei verschiedenen Temperaturgraden ist, wie im Vorstehenden nicht überall angegeben, für die einzelnen Arten charakteristisch. Nach mehrfach angestellten Beobachtungen öffneten sich die Blüten von O. lasiopetala bei 10° C. während die Temperatur über 13° steigen mußte, ehe die Blüten von O. canescens aufgingen; zwischen diesen beiden Extremen öffneten sich die Blüten anderer Arten in ziemlich bestimmter Reihenfolge. Hiernach schien es geeignet, auch die Aufblühzeit bei der Vergleichung der Bastarde mit ihren Eltern zu berücksichtigen, doch zeigte sich bald, daß die Temperaturverschiedenheiten im Öffnen der Blüten bei den Arten doch zu geringe sind, und die etwa in Aussicht stehenden Resultate scheinen nicht der großen Mühe wert zu sein, welche man auf ihr Erlangen hätte verwenden müssen.

Daß Staubgefäße und Griffel, sowie ihre Narben keine wesentlichen Verschiedenheiten bei den beschriebenen Arten zeigen, wurde schon vor deren näherer Besprechung gesagt, als Begründung dafür, daß auf die Vergleichung derselben bei den einzelnen Arten keine weiteren Worte verwandt worden.

Charakteristisch hingegen sind für die einzelnen Arten folgende Merkmale, welche wir zur leichteren Übersicht und für die spätere Vergleichung mit den Bastarden am geeignetsten in einer Tabelle nebeneinander stellen, wie folgt:

	O. rubella	macrostylis	hirta	fulgida	longisepala	canescens
Wuchs:	zuerst aufrecht, dann besonders die Seitenzweige niederliegend	aufrecht	ähnlich O. rubella	unten niederliegend, oben aufrecht	unten niederliegend, oben aufrecht	aufrecht
Stengelfarbe:	grün	grün	bräunlich-grün	rötlich	grün	unten glänzend schwarz
Teilblättchen:	herzförmig oder lanzettlich mit starker Ausrandung, flach, schwach behaart	lanzettlich, eiförmig, schwach ausgerandet, fast flach	lanzettlich, schwach oder gar nicht ausgerandet, rinnig, stark behaart	lanzettlich-eiförmig, nicht ausgerandet, schwach rinnig	lanzettlich, nicht ausgerandet, stark rinnig, freudig grün	lineal-lanzettlich, nicht ausgerandet, rinnig, graugrün
Blühweise:	mit Unterbrechungen	mit Unterbrechungen	mit Unterbrechungen	ohne Unterbrechungen	mit Unterbrechungen	ohne Unterbrechungen
Kelchfarbe:	ganz grün	grün mit braunrotem Rand	bräulich-grün	grünlich, auf Rücken und am Rande mit braunroten Streifen und Punkten	grün, unterbrochen braunrot berandet	bräunlich-grün
Blumenblattfarbe:	violett, gelber Nagel, nur unten ganz kurzes blutrotes Fleckchen	karminrot, gelber Nagel, nur unten ganz kurzes blutrotes Fleckchen	karminrot, gelber Nagel, am Grunde weit hinauf blutrot	leuchtend karmin, gelber Nagel	leuchtend, gelblich-karmin, gelber Nagel, am Grunde blutrot	sehr hellviolett, Seidenglanz, gelber Nagel

Hiernach zeigt sich, daß die Arten hauptsächlich in folgenden Punkten sich von einander unterscheiden: im Wuchs, in der Farbe des Stengels, in der Form, Farbe und Behaarung der Teilblättchen, in der Art des Blühens, ob mit oder ohne Unterbrechung in den aufeinanderfolgenden Blattachseln, in der Farbe des Kelches und endlich in der Farbe und im Glanz der Blumenkrone. Wir werden also besonders auf diese Charaktere bei Besprechung der Bastarde Rücksicht zu nehmen haben.

Diese Bastarde wurden in 2 verschiedenen Jahren erzeugt; im Herbst 1884 eine erste kleinere Abteilung mehr als ein Vorversuch, im Herbst 1885 die hauptsächlichste Anzahl. Die erste Abteilung kam im Herbst 1886 in Blüte, die andere größere in den meisten Exemplaren im Herbst 1887. Alle diese Bastarde zeigten unverkennbar den Einfluß der beiden zur Bestäubung benutzten Arten auf ihre Natur; kein einziger derselben glich genau weder dem Vater noch der Mutter, ebensowenig wie ein Bastard dem andern trotz der gleichartigen Erzeugung vollständig gleich war. Diese und andere Dinge werden aber besser zusammenzufassen sein, wenn vorher die einzelnen Bastarde näher besprochen sind.

Die günstigen Resultate bei der Bastardierung rührten wohl nicht zum kleinsten Teil daher, daß die einzelnen Blüten nicht unter Gazekästen oder Glasglocken gehalten wurden, sondern fast ganz freien Zutritt von Luft und Licht hatten. Die zum Experimente benutzten Pflanzen wurden nämlich alle in einem kleinen Gewächshause gezogen, in welchem durch feinmaschige Drahtfenster zwar die Luft, aber kein Insekt eindringen konnte. Den besten Beweis für die Richtigkeit der Bestäubungsresultate lieferte der Umstand, daß keine nur der Selbstbestäubung überlassene Blüte je Frucht ansetzte.

4. Bastardierungen zwischen Oxalis rubella und Oxalis macrostylis.

a. Oxalis rubella, mittelgrifflige Form, bestäubt mit O. macrostylis, langgrifflige Form.

Die Bestäubungen schlugen immer an und in den durch sie erzeugten Kapseln bildeten sich 2—4 gute Samen aus, welche im Dezember 1885 reiften und aus denen eine Reihe von Bastarden gezogen wurde, welche bis zum Herbst 1888 alle in Blüte kamen und im Folgenden aufgeführt werden sollen.

Da Oxalis rubella und macrostylis sich besonders durch die Form der Blätter, die Farbe des Kelches und der Blumenkrone

voneinander unterscheiden, so sollen nur diese Punkte in der Beschreibung berücksichtigt werden.

In bezug auf die Reihenfolge, in welcher ich diese und die weiter zu besprechenden Bastarde aufführen sollte, habe ich mir die Frage vorgelegt, nach welchem Prinzip ich dieselbe einrichten sollte, ob ich die durch die Blätter einander ähnlichen oder die durch die Blüten einander gleichenden aufeinanderfolgen lassen sollte, und was ich bei dieser Reihenfolge bei den Blüten weiter hauptsächlich berücksichtigen sollte, die Farbe des Kelches oder der Blumenkrone. Bald zeigte es sich aber, daß eine solche zeitraubende Zusammenstellung von gar keinem Werte sei, indem sie rein künstlich gewesen waren, da mit dem einen Charakter, wenn er bei 2 Bastarden sich gleich zeigte, nie andere Charaktere in der Ähnlichkeit ganz zusammenfielen. Da habe ich denn einfach die Bastarde in der Reihenfolge gelassen, wie ich sie bei meinen Notizen nach dem Aufblühen derselben machte.

Weiter ist noch vorauf zu schicken, daß bei allen diesen Beschreibungen die Ausdrücke schwierig zu finden sind und daß bei manchen Bezeichnungen der Leser sich fragen wird, wie die eine dem Wortlaut nach verschiedene in Wirklichkeit ein verschiedenes Verhalten bezeichne. Es liegt diese Unmöglichkeit einer scharf vergleichenden Beschreibung aber in der Natur der Sache, da bei den Mittelformen die Übergänge nach den beiden Eltern hin so verschiedengradig sind, daß sie gar nicht ausgedrückt werden können. Dazu kommt auch noch, daß die Charaktere der Blätter schon insofern schwer beschrieben werden können, als schon bei den reinen Arten an einer und derselben Pflanze die Blattform keine ganz gleichartige ist, was sich natürlich auf die Bastarde in verschiedenem Grade vererbt.

Bastard 1. mittelgrifflig.

Blätter fast so breit wie die von O. rubella, aber schwächer ausgerandet. — Kelch braunrot berandet. — Blumenblätter an einem Rande violett, das übrige rot wie bei O. macrostylis.

2. mittelgrifflig.

B. wie bei O. rubella. — K. ganz. grün — Blb. dunkelviolettrot.

3. langgrifflig.

B. so breit wie bei O. rubella, aber weniger ausgerandet. — K. braunrot berandet. — Blb. hellviolettrosa, violettrosa, größer als die der beiden Eltern.

4. langgrifflig.

B. so breit wie bei O. rubella, aber schwächer ausgerandet. — K. schwach braunrot berandet. — Blb. etwas heller rot als bei O. macrostylis.

5. langgrifflig.

B. so breit wie bei O. rubella, aber schwächer ausgerandet. — K. ganz grün. — Blb. rot wie bei O. macrostylis.

6. langgrifflig.

B. so wie bei O. rubella, aber schwächer ausgerandet. — K. nur ein Stück des Randes rotbraun. — Blb. rot wie bei O. macrostylis.

7. mittelgrifflig.

B. fast ganz gleich denen von O. rubella, aber weniger ausgerandet, ihre Farbe nicht so freudig grün wie bei O. rubella, sondern düsterer, so wie bei O. macrostylis. — K. ganz grün. — Blb. violett wie bei O. rubella.

Dieser Bastard war also fast ganz so beschaffen wie O. rubella, wich aber doch etwas in Form und Farbe der Blätter von dieser Art ab.

8. langgrifflig.

B. fast so breit wie bei O. rubella, aber schwächer ausgerandet. — Kelch ganz grün. — Blb. dunkler rot als bei O. macrostylis, etwas ins Violette spielend.

9. mittelgrifflig.

B. so breit wie bei O. rubella, aber weniger ausgerandet. — K. ganz grün. — Blb. dunkler violett als bei O. rubella.

10. langgrifflig.

B. so breit wie bei O. rubella, aber weniger ausgerandet. — K. ganz grün. — Blb. heller rot als bei O. macrostylis.

11. langgrifflig.

B. so breit wie bei O. rubella, aber weniger ausgerandet. — K. im ganzen bräunlich grün. — Blb. etwas heller rot als bei O. macrostylis.

12. langgrifflig.

B. so breit wie bei O. rubella, aber am Ende abgerundet. —

K. hier und da am Rande mit kurzen braunroten Streifen. — Blb. rot wie bei O. macrostylis, aber etwas ins Violette spielend.

13. mittelgrifflig.

B. fast so breit wie bei O. rubella, aber weniger ausgerandet. — K. grünlich. — Blb. rot wie bei O. macrostylis, aber etwas zu Violett neigend.

14. langgrifflig.

B. kleiner und weniger ausgerandet als bei O. rubella. — K. bräunlich grün. — Blb. violett wie bei O. rubella.

15. mittelgriffig.

B. breiter als bei O. macrostylis, etwas mehr ausgerandet. — K. ziemlich stark braunrot berandet. — Blb. rot wie bei O. macrostylis.

16. mittelgrifflig.

B. fast so breit wie bei O. rubella, aber fast gar nicht ausgerandet. — K. ziemlich stark braunrot berandet. — Blb. rot wie bei O. macrostylis.

17. langgrifflig.

B. fast wie bei O. rubella. — K. etwas rot berandet. — Blb. heller rot als bei O. macrostylis, etwas ins Violette.

18. langgrifflig.

B. so breit wie bei O. rubella, aber weniger ausgerandet. — K. fast ganz grün. — Blb. wie bei O. macrostylis, etwas ins Violette spielend.

19. langgrifflig.

B. so breit wie bei O. rubella, aber weniger ausgerandet. — K. nur an einzelnen Blüten braunrot berandet. — Blb. etwas heller rot als bei O. macrostylis.

20. langgrifflig.

B. fast so breit wie bei O. rubella, aber fast gar nicht ausgerandet. — K. ganz grün. — Blb. rot wie bei O. macrostylis, etwas ins Violette spielend.

21. mittelgrifflig.

B. so breit wie bei O. rubella, aber weniger ausgerandet. — K. ganz grün. — Blb. rot wie bei O. macrostylis.

22. langgrifflig.

B. so breit wie bei O. rubella, aber kaum ausgerandet. — K. rein grün. — Blb. rot wie bei O. macrostylis.

23. mittelgrifflig.

B. ähnlich wie bei O. rubella. — K. schwach braunrot berandet. — Blb. ähnlich wie bei O. macrostylis.

24. mittelgrifflig.

B. ähnlich wie bei O. rubella. — K. stark braunrot berandet. — Blb. ähnlich violett wie bei O. rubella, aber etwas rötlicher.

Lassen wir die Zusammenfassung der Eigenschaften dieser Bastarde, bis wir sie mit denen der kurzgriffligen Form von O. rubella vereinen können und stellen wir einstweilen nur dies fest, daß unter ihnen nur die Formen der beiden Eltern vertreten waren, die langgrifflige in 14 Exemplaren, die mittelgrifflige in 10, und daß kein Exemplar sich kurzgrifflig zeigte, was nach Analogie anderer Fälle wohl eingetreten wäre, wenn die beiden gekreuzten Pflanzen eine Art ausmachten.

b. Oxalis rubella, kurzgrifflige Form, bestäubt mit O. macrostylis, langgrifflige Form.

Auch hier schlugen fast alle Bestäubungen an, und die Kapseln enthielten 1—3, im Durchschnitt 2 gute Samen. Die aus diesen erzogenen Bastarde zeigten in den für die Vergleichung mit den beiden Eltern in Betracht kommenden Eigenschaften folgendes Verhalten:

Bastard 1. kurzgrifflig.

Blätter etwas breiter als bei O. macrostylis und etwas mehr ausgerandet. — Kelch ganz grün. — Blumenblätter ähnlich wie bei O. macrostylis, aber heller und an der einen Seite mit violettem Anflug.

2. kurzgrifflig.

B. breiter als bei O. macrostylis, mehr ausgerandet. — K. grün. — Blb. dunkler violett als bei O. rubella.

3. kurzgrifflig.

B. nur wenig breiter als bei O. macrostylis. — K. grün. — Blb. rot wie bei O. macrostylis, aber mehr ins Violette.

4. kurzgrifflig.

B. etwas breiter und mehr ausgerandet als bei O. macrostylis. —

K. ganz grün. — Blb. rot wie bei O. macrostylis, aber noch mehr ins Violette neigend als bei dem vorhergehenden Bastard 3.

5. kurzgrifflig.

B. elliptisch, kaum ausgerandet. — K. ganz grün. — Blb. dunkler violett als bei O. rubella.

6. kurzgrifflig.

B. breiter als bei O. macrostylis, kaum ausgerandet. — K. grün. — Blb. dunkler violett als bei O. rubella. Dieser Bastard erschien ganz gleich dem Bastard 5, doch unterschied er sich von diesem dadurch, daß hier die Hochblätter entfernt vom Kelch standen, dort ihm ganz genähert waren, ein Merkmal, welches sonst wegen seines Schwankens nicht in die Beschreibung der Bastarde mit aufgenommen wurde.

7. langgriflig.

B. fast gleich O. rubella, nicht ganz so breit. — K. mit kurzem braunrotem Rand. — Blb. violettrosa von dunkel zu hell abschattiert.

8. kurzgrifflig.

B. breiter als bei O. macrostylis, kaum ausgerandet. — K. schwach braunrot berandet. — Blb. violett wie O. rubella.

9. langgriflig.

B. breiter als bei O. macrostylis, elliptisch, kaum ausgerandet. — K. braunrot berandet. — Blb. hell violettrosa.

10. langgrifflig.

B. breiter als bei O. macrostylis, mehr ausgerandet. — K. stark braunrot berandet. — Blb. rot, ähnlich O. macrostylis.

11. langgrifflig.

B. fast wie bei O. rubella, aber nicht so keilförmig. — K. schwach braunrot berandet. — Blb. rot wie O. macrostylis, an einer Seite mit violettem Streifen.

12. langgrifflig.

B. ganz ähnlich denen von O. rubella. — K. grün. — Blb. etwas dunkler violett als bei O. rubella. Dieser Bastard kam also im Ansehen seiner Mutter, der O. rubella, sehr nahe.

13. kurzgrifflig.

B. schmaler als bei O. rubella, mehr elliptisch. — K. bräunlich. — Blb. dunkler violett als O. rubella.

14. kurzgrifflig.

B. wie bei O. macrostylis, gar nicht ausgerandet. — K. grün. — Blb. violett wie bei O. rubella.

15. kurzgrifflig.

B. ganz wie bei O. macrostylis, wenig ausgerandet. — K. braunrot berandet. — Blb. ähnlich O. macrostylis, aber mehr ins Violette.

16. langgrifflig.

B. wie bei O. rubella, aber weniger ausgerandet. — K. unterbrochen braunrot berandet. — Blb. dunkler violett als bei O. rubella.

17. kurzgrifflig.

B. noch schmaler als bei O. macrostylis. — K. grün. — Blb. violett wie bei O. rubella.

18. langgrifflig.

B. ähnlich O. macrostylis, gar nicht ausgerandet. — K. fast ebenso braunrot berandet wie bei O. macrostylis. — Blb. rot, ähnlich wie bei O. macrostylis. — Dieser Bastard kam also seinem Vater, der O. macrostylis, sehr nahe.

19. kurzgrifflig.

B. ähnlich O. macrostylis, aber mehr ausgerandet. — K. braunrot berandet. — Blb. etwas violetter rot als bei O. macrostylis.

Überschauen wir diese Bastarde in bezug auf die Längenverhältnisse von Staubgefäßen und Griffeln, so sehen wir ebenso wie bei den vorher besprochenen Barstarden der mittelgriffligen Form von O. rubella, daß nur die beiden elterlichen Formen erzeugt wurden, die kurzgrifflige bei 12, die langgrifflige bei 7 Pflanzen erschien, aber niemals die dritte, die mittelgrifflige sich zeigte.

Betrachten wir nun zusammen die Bastarde, welche die mittelgrifflige und kurzgrifflige Form von O. rubella mit der langgriffligen von O. macrostylis gegeben haben, so zeigt sich für die in Frage kommenden Vergleichungspunkte folgendes:

Die Blätter gleichen in der Form fast nie einem der Eltern, sondern haben eine Mittelgestalt, bald zu O. rubella mehr neigend durch Breite und durch starke Ausrandung, bald zu O. macrostylis durch elliptische, nach oben verschmälerte und am Ende kaum ausgerandete Form.

Die Kelche sind entweder ganz grün, wie bei O. rubella, oder braunrot berandet wie bei O. macrostylis, oder zeigen zweierlei Mittelformen, häufiger in der Weise, daß der Rand schwach und unterbrochen braunrot ist, seltener durch bräunlich grüne Farbe der ganzen Kelchaußenseite.

Die Farbe der Blumenblätter ist eine sehr wechselnde, teils ist sie ganz gleich derjenigen von O. rubella, teils der von O. macrostylis, in einigen Fällen dunkler als diese; am häufigsten ist aber die Mischung beider Farben, wo das Rot von O. macrostylis entweder einen violetten Anflug hat oder das Violett von O. rubella ins Rötliche spielt. Besonders bemerkenswert sind einige Fälle, z. B. bei Bastard 11, wo neben der reinen Farbe eines der beiden Eltern sich eine Mischung der Farben beider Eltern findet, wie wir dies schon ähnlich bei den Bastarden zwischen O. lasiopetala und O. articulata kennen gelernt haben.

Oft ist eines dieser 4 Merkmale entweder der Mutter oder dem Vater ganz gleich, dann stimmen aber die beiden anderen nicht mit den anderen beiden Merkmalen der Stammpflanze überein. Es findet sich eine solche Abstufung in allen Merkmalen, daß keiner der Bastarde dem anderen vollständig gleich ist.

Schließen wir hieran die anderen bei Umkehr der Eltern erzogenen Bastarde:

c. Oxalis macrostylis, langgrifflige Form, bestäubt mit O. rubella, mittelgrifflige Form.

Diese Bestäubungen waren von mehr Erfolg gekrönt als die umgekehrten, denn während dort sich im Durchschnitt nur 2 Samen in jeder Kapsel bildeten, so entwickelten sich hier in jeder Kapsel im Durchschnitt deren 4, indem die einzelnen Kapseln 3—7 Samen enthielten. Es lag dies wohl in dem allgemein robusteren Wuchs von O. macrostylis, vielleicht auch in der leichteren Bestäubbarkeit der mittelgriffligen Form. Auf die Eigenschaften der durch diese Bestäubungen erzeugten Sämlinge hatte dieser reichere Samenertrag keinen weiteren Erfolg, indem dieselben sich, wie wir sehen werden, ganz ebenso verhielten, wie die umgekehrt erzeugten Bastarde.

Bastard 1. langgrifflig.

Blättchen so breit wie bei O. rubella, aber schwächer ausgerandet. — Kelch nur teilweise braunrot berandet. — Blumenblätter wie bei O. macrostylis, aber etwas ins Violette.

2. langgrifflig.

B. so breit wie bei O. rubella, aber gar nicht ausgerandet. — K. grün, am Grunde manchmal mit kurzen braunroten Rändchen. — Blb. violettrot, dunkler als bei O. rubella.

3. langgrifflig.

B. so breit und lang wie bei O. rubella, aber schwächer ausgerandet. — K. grün. — Blb. rot wie bei O. macrostylis.

4. mittelgrifflig.

B. so breit wie bei O. rubella, aber fast gar nicht ausgerandet. — K. grün. — Blb. wie bei O. macrostylis, etwas ins Violette.

5. langgrifflig.

B. so breit wie bei O. rubella, aber kürzer und schwächer ausgerandet. — K. grün. — Blb. rot wie bei O. macrostylis.

6. langgrifflig.

B. so breit wie bei O. rubella, aber schwächer ausgerandet. — K. schwach rotbraun berandet. — Blb. etwas violetter rot als bei O. macrostylis.

7. mittelgrifflig.

B. breiter als bei O. macrostylis, stärker ausgerandet. — K. grün. — Blb. dunkler violett als bei O. rubella.

8. langgrifflig.

B. so breit wie bei O. rubella, aber schwächer ausgerandet. — K. mit feinen braunen Streifen. — Blb. rot wie bei O. macrostylis.

9. langgrifflig.

B. so breit wie bei O. rubella, aber nur schwach ausgerandet. — K. mit feinen braunen Streifen. — Blb. rot wie bei O. macrostylis.

Diese beiden Bastarde erschienen nach den angegebenen Merkmalen ganz gleich, sie waren aber dadurch verschieden, daß bei 8 die Hochblätter entfernt vom Kelch standen, bei 9 ihm genähert waren.

10. mittelgrifflig.

B. so breit wie bei O. rubella, aber weniger ausgerandet. — K. bräunlich grün durch braunrote Streifchen. — Blb. etwas heller rot und mehr ins Violette spielend als bei O. macrostylis.

11. langgrifflig.

B. so breit wie bei O. rubella, aber weniger ausgerandet. — K. bräunlich grün. — Blb. dunkler violett als bei O. rubella.

12. mittelgrifflig.

B. breiter als bei O. macrostylis, etwas mehr ausgerandet. — K. bräunlich grün. — Blb. rot wie bei O. macrostylis, etwas mehr ins Violette.

13. mittelgrifflig.

B. fast wie die von O. rubella. — K. bräunlich grün, am Grunde mit kurzen braunroten Fleckchen des Randes. — Blb. violett wie bei O. rubella.

14. mittelgrifflig.

B. fast so breit wie die von O. rubella, aber weniger ausgerandet. — K. ganz grün. — Blb. violettrosa.

15. langgrifflig.

B. so breit wie bei O. rubella, aber gar nicht ausgerandet. — K. ganz grün. — Blb. rot fast wie bei O. macrostylis.

16. mittelgrifflig.

B. so breit wie bei O. rubella, aber weniger ausgerandet. — K. ganz grün. — Blb. rot, fast so wie bei O. macrostylis.

17. langgrifflig.

B. noch breiter als bei O. rubella, aber weniger ausgerandet. — K. ganz grün. — Blb. heller als bei O. macrostylis mit violettem Anflug.

18. mittelgrifflig.

B. so breit wie bei O. rubella, aber weniger ausgerandet. —

K. ganz grün. — Blb. etwas violetter rot als bei O. macrostylis, mit schmalem, mehr violettem Rande an einer Seite.

19. mittelgrifflig.

B. fast ganz wie bei O. rubella. — K. grün, nur am Grunde kurz braunrot berandet. — Blb. rot wie bei O. macrostylis.

20. langgrifflig.

B. so breit wie bei O. rubella, aber weniger ausgerandet. — K. ganz grün. — Blb. etwas violetter rot als bei O. macrostylis.

21. langgrifflig.

B. breiter als bei O. macrostylis, etwas mehr ausgerandet. — K. braunrot berandet. — Blb. rot wie bei O. macrostylis.

22. langgrifflig.

B. breiter als bei O. macrostylis, schwach ausgerandet. — K. entweder gar nicht oder nur zum Teil rotbraun berandet. — Blb. etwas violetter rot als bei O. macrostylis.

23. langgrifflig.

B. breiter als bei O. macrostylis, mehr ausgerandet. — K. rotbraun berandet. — Blb. heller und etwas mehr zu Violett als bei O. macrostylis.

24. mittelgrifflig.

B. breiter als bei O. macrostylis, mehr ausgerandet. — K. gar nicht oder nur zur Hälfte braunrot berandet. — Blb. heller und etwas mehr violettrot als bei O. macrostylis.

25. mittelgrifflig.

B. nur wenig breiter als bei macrostylis. — K. nicht ganz so stark braunrot berandet wie bei O. macrostylis. — Blb. rot wie bei O. macrostylis.

26. langgrifflig.

B. etwas breiter als bei O. macrostylis, wenig mehr ausgerandet. — K. mit kleinen braunroten Streifchen. — Blb. violett wie bei O. rubella.

27. mittelgrifflig.

B. im Mittel zwischen O. rubella und O. macrostylis. — K. ganz grün. — Blb. rot wie bei O. macrostylis.

28. langgrifflig.

B. fast ganz wie bei O. rubella. — K. ganz grün oder mit schwach braunrotem Rande. — Blb. dunkler und rötlicher violett als bei O. rubella.

29. langgrifflig.

B. fast so breit wie bei O. rubella, aber nur ganz schwach ausgerandet. — K. ganz grün. — Blb. rot wie bei O. macrostylis.

30. mittelgrifflig.

B. fast so breit wie bei O. rubella, aber weniger ausgerandet. — K. grün mit braunroten Streifchen. — Blb. etwas rötlicher violett als bei O. rubella.

31. mittelgrifflig.

B. fast so breit wie bei O. rubella, aber weniger ausgerandet. — K. schwach braunrot berandet. — Blb. rot wie bei O. macrostylis.

32. langgrifflig.

B. fast so breit wie bei O. rubella, aber weniger ausgerandet. — K. braunrot berandet. — Blb. rot wie bei O. macrostylis.

33. mittelgrifflig.

B. fast so breit wie bei O. rubella, aber länger und weniger ausgerandet. — K. grün. — Blb. rot wie bei O. macrostylis.

34. mittelgrifflig.

B. wie bei O. rubella. — K. bräunlich grün. — Blb. violett, etwas rötlicher als bei O. rubella.

35. mittelgrifflig.

B. so breit wie bei O. rubella, aber kaum ausgerandet. — K. bräunlich grün. — Blb. rot wie bei O. macrostylis.

36. mittelgrifflig.

B. fast wie bei O. rubella, aber weniger ausgerandet. — K. bräunlich grün. — Blb. violetter rot als bei O. macrostylis, besonders am kurzen Rande.

37. mittelgrifflig.

B. ähnlich wie bei O. macrostylis. — K. schwach braunrot berandet. — Blb. dunkler violett als bei O. rubella.

38. mittelgrifflig.

B. so breit wie bei B. rubella, aber weniger ausgerandet. — K. bräunlich grün. — Blb. heller und violetter rot als bei O. macrostylis.

39. mittelgrifflig.

B. so breit wie bei O. rubella, aber kaum ausgerandet. — K. grün. — Blb. rot wie bei O. macrostylis.

40. mittelgrifflig.

B. ähnlich O. macrostylis, aber mehr ausgerandet. — K. etwas braunrot berandet. — Blb. etwas violetter rot als bei O. macrostylis.

Auch diese Bastarde zeigten nur die Formen der beiden Eltern, 18 waren langgrifflig, 22 mittelgrifflig, keiner kurzgrifflig. Einen weiteren Gesamtüberblick zu geben dürfte unnötig sein, da er sich besser mit den sogleich zu besprechenden Bastarden zusammenfassen läßt.

d. Oxalis macrostylis, langgrifflige Form, bestäubt mit O. rubella, kurzgrifflige Form.

Auch diese Bestäubungen waren wie die vorher besprochenen sehr erfolgreich; es waren in den durch sie erzeugten Kapseln 1—6, sehr oft 6, im Durchschnitt 4 Samen enthalten. Die aus ihnen erzogenen 34 Bastarde verhielten sich so ungemein ähnlich den vorher besprochenen durch Bestäubung der langgriffligen Form von O. macrostylis mit der mittelgriffligen von O. rubella erhaltenen, daß es überflüssig ist, auf sie näher einzugehen und die einzelnen aufzuführen; nur dies muß angegeben werden, daß auch bei ihnen nur die beiden elterlichen Formen sich zeigten, nämlich die langgrifflige in 18, die kurzgrifflige in 16 Exemplaren; die mittelgrifflige trat nicht auf.

Blicken wir nun zurück auf die zwischen Oxalis rubella und O. macrostylis erzeugten Bastarde, um einen Vergleich anzustellen zwischen denen, wo O. rubella die bestäubte Pflanze, also die Mutter war, und denen, wo sie den Pollen zur Bestäubung lieferte, und ebenso O. macrostylis einmal der Vater, einmal die Mutter war, so sehen wir keinen Unterschied zwischen diesen beiden Reihen von Bastarden. Jede Reihe zeigt in sich allerlei Variationen, dieselben bewegen sich aber in beiden Reihen in gleichem Rahmen, so daß man von keinem Bastard nach seinem Ansehen sagen kann, welche Art er zum Vater, welche zur Mutter habe.

Bastardierungen zwischen Oxalis rubella und Oxalis hirta.

Nach der im vorstehenden S. 492 gegebenen Tabelle unterscheiden sich Oxalis rubella und O. hirta hauptsächlich in der Form und der Behaarung der Blättchen und in der Farbe der Blumenkrone, so daß nur diese 3 Dinge bei der Vergleichung der zwischen diesen beiden Arten erzeugten Bastarde mit ihren Eltern zu berücksichtigen sind. Wenig geeignet ist zu diesem Vergleich die Farbe des Kelches, sie soll also nicht in Betracht gezogen werden.

e. Oxalis rubella, mittelgrifflige Form, bestäubt mit O. hirta, langgrifflige Form.

Diese Bestäubungen schlugen zwar meistenteils an, die dadurch erzeugten Früchte enthielten aber nur 1—2 Samen, im Durchschnitt nur 1, standen also namentlich im Gegensatz zu dem großen Erfolge bei der Bestäubung von O. macrostylis mit O. rubella.

Bastard 1. mittelgrifflig.

Blättchen nicht ausgerandet, etwas breiter als bei O. hirta, weniger stark behaart als bei O. hirta, aber mehr als bei O. rubella. Blumenblätter ähnlich wie bei O. hirta, dunkelviolett, Nagel unten blutrot.

2. mittelgrifflig.

B. fast so breit wie bei O. rubella, schwächer ausgerandet, so wenig behaart wie bei O. rubella, also im ganzen ähnlich wie bei O. rubella. — Blb. etwas dunkler violett als O. hirta, blutroter Nagel.

3. langgrifflig.

B. nicht ganz so breit wie bei O. rubella, weniger ausgerandet, etwas mehr behaart. — Blb. wie bei O. hirta.

4. mittelgrifflig.

B. breiter als bei O. hirta, weniger behaart, schwach ausgerandet. — Blb. ganz ähnlich wie bei O. hirta.

5. mittelgrifflig.

B. fast so breit wie bei O. rubella, weniger ausgerandet, etwas stärker behaart. — Blb. violett wie bei O. hirta, aber Nagel nicht blutrot.

6. langgrifflig.

B. schmaler als bei O. rubella, weniger ausgerandet, etwas stärker behaart. — Blb. heller violett als bei O. hirta, blutroter Nagel.

7. mittelgrifflig.

B. breiter als bei O. hirta, etwas ausgerandet, weniger behaart. — Blb. violett wie bei hirta aber Nagel nicht so stark blutrot.

8. langgrifflig.

B. fast so breit wie bei O. rubella, aber weniger ausgerandet, ebenso schwach behaart. — Blb. violett wie bei hirta, Nagel blutrot.

9. langgrifflig.

B. so breit wie bei O. hirta, weniger behaart, etwas ausgerandet. — Blb. etwas heller violett als bei O. hirta, blutroter Nagel heller.

10. langgrifflig.

B. wenig breiter als bei O. hirta, weniger behaart, kaum ausgerandet. — Blb. wie bei hirta.

11. langgrifflig.

B. fast so breit wie bei O. rubella, aber schwächer ausgerandet, ebenso schwach behaart. — Blb. violett wie bei O. hirta, aber Nagel nicht blutrot.

12. langgrifflig.

B. schmaler als bei O. rubella, nur schwach ausgerandet, so schwach behaart wie bei O. rubella. — K. bräunlich. — Blb. heller violett als hirta, Nagel blutrot.

13. langgrifflig.

B. schmaler als bei O. rubella, schwach ausgerandet, weniger behaart als bei O. hirta. — K. bräunlich. — Blb. violett wie bei O. hirta, aber Nagel schwach blutrot.

14. langgrifflig.

B. sehr ähnlich denen von O. rubella. — K. braun berandet. — Blb. etwas heller violett als bei hirta. — Nagel gelb.

Auch hier sehen wir, entsprechend den vorhergehenden Bastarden, daß in denselben nur die Formen der beiden Eltern auftraten, nämlich die langgrifflige bei 9, die mittelgrifflige bei 5 Bastarden, nirgends die dritte, die kurzgrifflige.

f. Oxalis rubella, kurzgrifflige Form, bestäubt mit O. hirta, langgrifflige Form.

Diese Bestäubungen schlugen eigentümlicherweise besser an als diejenigen, wo die mittelgrifflige Form von O. rubella mit der langgriffligen von O. hirta bestäubt wurde, denn es bildeten sich hier in den Früchten 3—5, im Durchschnitt 4 Samen.

Bastard 1. kurzgrifflig.

Blättchen ganz wie bei O. hirta. — Kelch grün. — Blumenblätter violett wie bei hirta, aber mit ganz gelbem Nagel.

2. kurzgrifflig.

Blätter sehr gedrängt, Blättchen etwas breiter als bei O. hirta, aber ausgerandet, fast so wenig behaart wie bei O. rubella. — K. bräunlich. — Blb. wie bei O. hirta.

3. kurzgrifflig.

B. fast ganz wie bei O. hirta. — K. bräunlich. — Blb. violett wie bei O. rubella, aber blutroter Nagel.

4. kurzgrifflig.

B. etwas breiter als bei O. hirta und etwas weniger behaart, schwach ausgerandet. — K. grün. — Blb. violett wie bei O. hirta, aber Nagel nur schwach blutrot.

5. langgrifflig.

B. breiter als bei O. hirta, kaum ausgerandet; kaum stärker behaart als bei O. rubella. — K. grün. — Blb. violett wie bei O. hirta, aber Nagel gelb.

6. langgrifflig.

B. sehr ähnlich wie bei O. hirta. — K. bräunlich. — Blb. wie bei hirta. Dieser Bastard war zwar O. hirta sehr ähnlich, glich aber doch seinem Vater, besonders in den Blättern, nicht vollständig.

7. langgrifflig.

B. so breit wie bei O. hirta und ebenso behaart, aber ausgerandet. — K. bräunlich. — Blb. violett wie bei O. hirta, aber Nagel nur schwach blutrot.

8. kurzgrifflig.

B. breiter als bei O. hirta, nicht ausgerandet, so schwach behaart wie bei O. rubella. — K. grün. — Blb. etwas dunkler violett als bei O. rubella.

9. langgrifflig.

B. sehr ähnlich denen von O. hirta. — K. bräunlieh. — Blb. etwas heller violett als bei O. hirta, stark blutroter Nagel.

10. langgrifflig.

B. breiter als bei O. hirta, weniger behaart, schwach ausgerandet. — K. bräunlich. — Blb. heller violett als bei O. hirta, blutroter Nagel.

11. langgrifflig.

B. ähnlich denen von O. hirta, aber etwas schwächer behaart. — K. grün. — Blb. hellviolett wie bei O. rubella, aber schwache Andeutung eines blutroten Nagels.

12. langgrifflig.

B. fast ganz wie bei O. hirta. — K. bräunlich. — Blb. etwas heller violett als bei O. hirta, schwacher blutroter Anflug am Nagel.

13. kurzgrifflig.

B. ganz wie bei O. hirta. — K. bräunlich. — Blb. violett zwischen O. rubella und O. hirta, gelber Nagel.

14. kurzgrifflig.

B. etwas breiter als bei O. hirta, weniger stark behaart, schwach ausgerandet. — K. grün. — Blb. violett wie bei O. hirta, aber Nagel nur schwach blutrot.

15. langgrifflig.

B. fast wie bei O. hirta. — K. bräunlich. — Blb. violett wie bei O. hirta, aber Nagel nur schwach blutrot.

16. langgrifflig.

B. so breit wie bei O. hirta, aber ganz schwach behaart,

nicht ausgerandet. — K. grün. — Blb. violett wie bei O. hirta, aber Nagel schwach blutrot.

17. ?

B. fast wie bei O. hirta. — K. bräunlich. — Blb. heller violett als bei O. hirta, schwach blutroter Nagel.

18. mittelgrifflig.

B. breiter als bei O. hirta, ausgerandet, so schwach behaart wie bei O. rubella. — K. grün. — Blb. wie bei O. rubella, Nagel gelb; kleinblütig.

Dieser Bastard ist insofern sehr bemerkenswert, als er nicht eine der beiden elterlichen Formen zeigte, sondern die dritte, indem er mittelgrifflig war; vielleicht stand mit dieser Abweichung die hervortretende Kleinheit seiner Blüten in Verbindung.

19. kurzgrifflig.

B. fast so wie bei O. hirta. — K. bräunlich. — Blb. rötlicher violett als bei O. hirta, schwach blutroter Nagel.

20. langgrifflig.

B. breiter und länger als bei O. hirta, nicht ausgerandet. — K. bräunlich grün. — Blb. heller violett als bei O. hirta, schwach blutroter Nagel.

21. kurzgrifflig.

B. fast so breit wie bei O. rubella, aber schwach ausgerandet. — K. bräunlich. — Blb. heller violett als O. hirta, ganz schwach blutroter Nagel.

22. kurzgrifflig.

B. länger als bei O. hirta, schwach ausgerandet. — K. bräunlich. — Blb. violett wie bei O. hirta, schwach blutroter Nagel.

23. kurzgrifflig.

B. fast so breit wie bei O. rubella, aber weniger ausgerandet. — K. grün. — Blb. violett wie bei O. rubella, gelber Nagel.

24. kurzgrifflig.

B. schmaler als bei O. rubella und weniger ausgerandet. — K. bräunlich. — Blb. violett wie bei O. hirta, dabei heller und dunkler gestreift und gefleckt.

25. kurzgrifflig.

B. ähnlich wie bei O. hirta, aber breiter. — K. bräunlich. — Blb. violett wie bei O. hirta, blutroter Nagel.

26. langgrifflig.

B. breiter als bei O. hirta, kaum ausgerandet. — K. grün. — Blb. rötlicher violett als bei O. hirta, gelber Nagel.

27. langgrifflig.

B. sehr ähnlich O. hirta. — K. bräunlich. — Blb. violett wie bei O. rubella, aber blutroter Nagel.

28. langgrifflig.

B. ähnlich wie bei O. hirta, aber mehr ausgerandet. — K. bräunlich. — Blb. etwas heller violett als bei O. hirta, blutroter Nagel.

29. langgrifflig.

B. breiter als bei O. hirta, mehr ausgerandet. — K. stark bräunlich. — Blb. violett wie bei O. rubella, gelber Nagel.

30. kurzgrifflig.

B. breiter als bei O. hirta, wenig ausgerandet. — K. stark bräunlich. — Blb. heller violett als bei O. rubella, schwach blutroter Nagel.

31. kurzgrifflig.

B. etwas länger und breiter als bei O. hirta, wenig ausgerandet. — K. grün. — Blb. violett wie bei O. rubella, aber Nagel mit schwach blutrotem Anflug.

32. kurzgrifflig.

B. breiter als bei O. hirta, wenig ausgerandet. — K. grün. — Blb. etwas heller als bei O. hirta, blutroter Fleck des Nagels heller als bei O. hirta.

33. langgrifflig.

B. fast so breit wie bei O. rubella, weniger ausgerandet. — K. grün. — Blb. etwas heller violett als bei O. hirta, blutroter Nagel.

34. kurzgrifflig.

B. schmaler als bei O. rubella, weniger ausgerandet. — K. grün. — Blb. heller violett als bei O. hirta, Nagel gelb.

Bei diesen Bastarden trat insofern eine Ausnahme von den sonstigen Regeln auf, als der Bastard 18 mittelgrifflig war, also in ihm sich nicht eine der beiden elterlichen Formen, sondern die dritte ausgebildet hatte, von den anderen waren 15 langgrifflig, 17 kurzgrifflig.

Fassen wir nun die Bastarde zusammen, welche sich nach der Bestäubung von O. rubella, sowohl der mittelgriffligen als der kurzgriffligen Form, mit der langgriffligen Form von O. hirta bildeten, so sehen wir hier wieder ein buntes Gemisch von Eigenschaften der beiden Eltern und keinen Bastard dem andern vollständig gleich.

Die Blätter zeigen bisweilen die Form und Behaarung derer von O. hirta, bisweilen auch die von O. rubella, aber höchst selten ganz vollständig, meist treten Mittelstufen in Form und Behaarung auf, bald mehr zu O. hirta, bald mehr zu O. rubella neigend.

Besonders ist die Verschiedenheit der Blütenfarben groß, welche nur selten ganz der von O. rubella gleichen. Das Violett ist oft eine Mittelbildung zwischen dem hellen von O. rubella und dem dunklen von O. hirta; besonders zeigt aber die Nagelfarbe verschiedene Abstufungen von dem dunkelblutroten Fleck der O. hirta zu dem reinen Gelb von O. rubella. In keinem Fall tritt — abgesehen von einem etwas helleren Violett als dem von O. rubella — eine Neigung dazu auf, eine außerhalb des Rahmens von O. rubella und hirta liegende Blütenfarbe, wie etwa das Rot von O. macrostylis zu bilden, ein Umstand, welcher für die Entscheidung, ob die vorliegenden Arten als solche zu betrachten seien, von Bedeutung sein dürfte.

Gehen wir nun zu den Bastarden über, welche in einer zu der vorhergehenden umgekehrten Weise zwischen O. rubella und O. hirta erzeugt wurden.

g. Oxalis hirta, langgriffilige Form, bestäubt mit O. rubella, mittelgrifflige Form.

Diese Bestäubungen schlugen in der Weise gut an, daß sich Früchte mit 1—4, im Durchschnitt mit 3 Samen bildeten. Diese Erscheinung tritt in einen bemerkenswerten Gegensatz zu den umgekehrten Bestäubungen, wo die mittelgrifflige Form von O. rubella die bestäubte Pflanze war, und sich in den dadurch erzeugten Früchten nur ca. 1 Same bildete.

Bastard 1. langgrifflig.

Blättchen fast gleich denen von O. rubella, etwas mehr be-

haart. — Kelch grün. — Blumenblätter violett wie bei O. hirta, aber Nagel nicht so blutrot.

2. mittelgrifflig.

B. wenig breiter als bei O. hirta, schwach ausgerandet, sehr schwach behaart. — K. grün. — Blb. hell violett wie bei O. rubella, aber blutroter Nagel.

3. langgrifflig.

B. fast so breit wie bei O. rubella, aber schwächer ausgerandet und schwächer behaart als bei O. hirta. — K. grün. — Blb. so hellviolett wie bei O. rubella, aber blutroter Nagel.

4. mittelgrifflig.

B. wenig breiter als bei O. hirta, schwach ausgerandet, schwach behaart. — K. grün. — Blb. etwas heller violett als bei O. hirta, nur schwach blutroter Nagel.

5. langgrifflig.

B. fast so breit wie bei O. rubella, aber weniger ausgerandet und stärker behaart. — K. bräunlich. — Blb. heller violett als bei O. hirta, schwach blutroter Nagel.

6. langgrifflig.

B. etwas breiter als bei O. hirta, schwach ausgerandet, fast so stark behaart wie bei O. hirta. — K. bräunlich. — Blb. violett wie bei O. rubella, schwach blutroter Nagel.

7. mittelgrifflig.

B. etwas breiter als bei O. hirta, schwach ausgerandet, weniger behaart als bei O. hirta. — K. bräunlich. — Blb. wie bei O. hirta.

8. mittelgrifflig.

B. so breit wie bei O. hirta, aber schwach ausgerandet und weniger behaart. — K. bräunlich. — Blb. violett, ähnlich O. rubella, aber schwach blutroter Nagel.

9. langgrifflig.

B. wenig breiter als bei O. hirta, schwach ausgerandet, etwas weniger behaart. — K. bräunlich. — Blb. etwas heller violett als bei O. hirta, schwach blutroter Nagel.

10. mittelgrifflig.

B. breiter als bei O. hirta, kaum ausgerandet, so schwach

behaart wie bei O. rubella. — K. bräunlich. — Blb. heller violett als bei O. hirta, schwach blutroter Nagel.

11. mittelgrifflig.

B. breiter als bei O. hirta, kaum ausgerandet, etwas schwächer behaart als bei O. hirta. — K. grün. — Blb. heller violett als bei O. hirta, blutroter Nagel, großblumig.

12. langgrifflig.

B. fast gleich O. rubella, weniger ausgerandet. — K. grün. — Blb. wie bei O. hirta.

13. mittelgrifflig.

B. schmaler als bei O. rubella, weniger ausgerandet. — K. grün. — Blb. wie bei O. rubella.

14. langgrifflig.

B. breiter als bei O. hirta, nicht ausgerandet. — K. grün. — Blb. violett wie bei O. hirta, aber Nagel gelb.

15. mittelgrifflig.

B. breiter als bei O. hirta, schwächer behaart. — K. bräunlich. — Blb. heller violett als bei O. hirta, großer blutroter Nagel.

16. langgrifflig.

B. fast so breit wie bei O. rubella und unbehaart, aber weniger ausgerandet. — K. bräunlich. — Blb. dunkler violett als bei O. rubella, ganz schwach blutroter Nagel.

17. langgrifflig.

B. fast so breit wie bei O. rubella, aber weniger ausgerandet. — K. grün. — Blb. heller violett als bei O. hirta, schwach blutroter Nagel.

18. langgrifflig.

B. fast so schmal und behaart wie bei O. hirta. — K. grün. — Blb. etwas dunkler violett als bei O. hirta, blutroter Nagel.

19. langgrifflig.

B. fast wie bei O. rubella. — K. bräunlich. — Blb. violett wie bei O. rubella, aber blutroter Nagel.

20. langgrifflig.

B. fast wie bei O. rubella, aber weniger ausgerandet. — K.

bräunlich. — Blb. etwas heller violett als bei O. hirta, schwach blutroter Nagel.

21. mittelgrifflig.

B. fast wie bei O. rubella, aber weniger ausgerandet. — K. bräunlich. — Blb. heller violett als bei O. hirta, blutroter Nagel.

22. langgrifflig.

B. ähnlich wie bei O. hirta. — K. bräunlich. — Blb. heller violett als bei O. hirta, blutroter Nagel groß.

Ohne auf die Einzelheiten einzugehen, ist festzustellen, daß diese Bastarde den umgekehrt erzeugten derartig ähnlich waren, daß man beide Abteilungen nicht voneinander unterscheiden konnte. Wir brauchen nur das von jenen Bastarden gesagte nachzulesen S. 512, und werden finden, daß es in gleichem Maße auf die vorliegenden paßt. Auch hier zeigen die Bastarde nur die beiden Formen der Eltern, die langgrifflige in 13, die mittelgrifflige in 9 Individuen.

h. Oxalis hirta, langgriffiige Form, bestäubt mit O. rubella, kurzgriffiige Form.

Diese Bestäubungen schlugen noch viel besser an als jene mit der mittelgriffiigen Form von O. rubella, denn es bildeten sich in den Früchten 1—5 Samen, im Durchschnitt 3,5 in jeder Frucht aus, so daß eine große Menge von Bastarden dieser Abteilung erzogen werden konnte. Es kamen deren im ganzen 33 zur Blüte und zur näheren Untersuchung; aber auch hier scheint es geeignet, dieselben nicht im einzelnen nach ihren Eigenschaften aufzuführen, das würde zu weitläufig sein und nichts Neues bringen, höchstens beweisen, daß das von den vorhergehenden Bastarden gesagte auch auf diese Anwendung findet. Auch hier zeigten sich nur die beiden elterlichen Formen, 18 Bastarde waren langgrifflig, 15 kurzgrifflig; sie zeigten ganz dieselben Abweichungen voneinander, die ähnlichen Mittelformen zwischen ihren Eltern, wie die zwischen diesen in anderer Weise erzeugten Bastarde.

Das Endergebnis der zwischen Oxalis rubella und O. hirta vorgenommenen Bastardierungen ist also dieses, daß die beiden Abteilungen, wo in der einen O. rubella die bestäubte Pflanze ist, in der anderen die bestäubende, sich vollständig gleichen und ganz in denselben Grenzen variieren, welche für jene Arten als charakteristisch aufgeführt wurden, bald mehr der O. rubella, bald mehr der O. hirta in den einzelnen Merkmalen ähneln oder gleichen.

6. Bastardierungen zwischen Oxalis rubella und O. longisepala.

Die Punkte, in welchen Oxalis rubella und longisepala sich hauptsächlich voneinander unterscheiden, und welche daher bei den von ihnen erzeugten Bastarden zu berücksichtigen sein werden, sind nach dem Obigen folgende: Die Teilblättchen sind bei O. rubella herzförmig, oben meist stark ausgerandet und ziemlich flach, bei O. longisepala hingegen lanzettlich, nicht ausgerandet, stark rinnig. Die Kelchblätter sind bei O. rubella ganz grün, während sie bei O. longisepala unterbrochen braunrot berandet sind; endlich haben die Blütenblätter bei O. rubella eine hellviolette Farbe und einen gelben Nagel, während bei longisepala dieselben leuchtend gelbrot sind und am Grunde des gelben Nagels, wie bei O. hirta, einen blutroten Fleck besitzen. Obgleich der Wuchs bei O. rubella im Anfang ein ansteigender ist, bei O. longisepala ein niederliegender, so läßt sich dieses Merkmal bei den Bastarden doch nicht gut verwerten.

i. Oxalis rubella, mittelgrifflige Form, bestäubt mit O. longisepala, langgrifflige Form.

Ungeachtet der ziemlich großen Verschiedenheit der beiden Arten in Blättern und Blüten schlugen diese Bestäubungen dennoch gut an; es bildeten sich in den durch sie erzeugten Früchten 1—4 Samen aus, im Durchschnitt 2, und die aus diesen erwachsenen Bastarde zeigten folgende Eigenschaften.

Bastard 1. langgrifflig.

Blättchen flach, fast so breit wie bei O. rubella, aber zugespitzt, kaum ausgerandet. — Kelch ganz grün. — Blumenblätter rot, ähnlich denen von O. macrostylis, ein Mittelding zwischen O. rubella und O. longisepala; am gelben Nagel ganz schwacher blutroter Anflug.

2. langgrifflig.

B. flach, fast so breit wie bei O. rubella, aber kürzer und zugespitzt, kaum ausgerandet. — K. grün. — Blb. dunkelviolett, Nagel blutrot.

3. mittelgrifflig.

B. fast flach, etwas schmaler als bei O. rubella, kaum ausgerandet. — K. grün. — Blb. rot wie bei O. macrostylis, Nagel gelb.

4. langgrifflig.

B. fast flach, so breit wie bei O. rubella oder etwas schmaler, schwach ausgerandet. — K. etwas braunrot berandet. — Blb. rot wie bei O. macrostylis, aber stark blutroter Nagel.

5. mittelgrifflig.

B. wie bei Bastard 4. — K. grün. — Blb. violett wie bei O. rubella, aber von der einen zur anderen Seite abschattiert, blutroter Anflug am Nagel.

6. mittelgrifflig.

B. flach, fast so breit wie bei O. rubella, aber nicht ausgerandet. — K. grün. — Blb. dunkelviolettrot von einer Seite zur anderen abschattiert, Nagel mit ganz schwach rötlichem Anflug.

7. mittelgrifflig.

B. flach, fast so breit wie bei O. rubella, kürzer zugespitzt, nicht ausgerandet. — K. grün. — Blb. rot wie bei O. macrostylis, gelber Nagel.

8. mittelgrifflig.

B. flach, fast so breit und lang wie bei O. rubella, aber zugespitzt und nicht ausgerandet. K. grün. Blb. dunkelviolett, schwach blutroter Nagel.

9. mittelgrifflig.

B. flach, schmaler als bei O. rubella und weniger ausgerandet. K. grün. Blb. rot wie bei O. macrostylis, aber schwach blutroter blutroter Nagel.

10. langgrifflig.

B. flach, so breit und lang wie bei O. rubella, aber zugespitzt, kaum ausgerandet. — K. grün. — Blb. mehr violettrot als bei O. macrostylis, gelber Nagel.

11. mittelgrifflig.

B. flach, fast so breit wie bei O. rubella, aber zugespitzt, nicht ausgerandet. — K. grün. — Blb. leuchtender rot als bei O. macrostylis, schwach blutroter Nagel.

12. langgrifflig.

B. flach, fast so breit wie bei O. rubella, aber kürzer. — K. grün. — Blb. leuchtend rot wie bei O. longisepala, aber gelber Nagel.

13. langgrifflig.

B. flach, fast so lang und breit wie bei O. rubella, etwas ausgerandet. — K. grün. — Blb. violett wie bei O. rubella, aber Nagel mit schwachem blutroten Anflug.

14. mittelgrifflig.

B. flach, fast so breit wie bei O. rubella, aber zugespitzt. — K. bräunlich grün. — Blb. violettrot, Nagel blutrot.

15. langgrifflig.

B. ähnlich denen von O. rubella, aber schwach ausgerandet. K. bräunlich. — Blb. ähnlich denen von O. macrostylis, aber dunkler und violetter, Nagel rein gelb.

16. langgrifflig.

B. ähnlich denen von O. rubella, flach aber schwächer ausgerandet. — K. grün. — Blb. wie bei O. macrostylis, aber schwach blutroter Nagel.

17. langgrifflig.

B. ähnlich denen von O. rubella, aber schwach ausgerandet. — K. grün. — Blb. ähnlich wie bei O. macrostylis, Nagel ganz gelb.

Von diesen Bastarden ist einstweilen nur dies zusammenzufassen, daß sie allein die Formen der beiden Eltern zeigten, 9 waren langgrifflig, 8 mittelgrifflig.

k. Oxalis rubella, kurzgrifflige Form, bestäubt mit O. longisepala, langgrifflige Form.

Die meisten dieser Bestäubungen schlugen gut an und in den Früchten waren 3—4 Samen enthalten.

Bastard 1. kurzgrifflig.

Blättchen etwas rinnig, schmaler als bei O. rubella, kaum ausgerandet. — Kelch grün. — Blumenblätter bläulicher rot als bei O. longisepala, ähnlich O. macrostylis, aber blutroter Nagel.

2. langgrifflig.

B. flach, schmaler als bei O. rubella, zugespitzt, kaum ausgerandet. — K. grün. — Blb. dunkelviolett, rötlicher als bei O. rubella, von besonderer Schönheit, Nagel mit rötlichem Anflug.

3. langgrifflig.

B. ziemlich flach, schmaler als bei O. rubella, zugespitzt, nicht ausgerandet. — K. grün. — Blb. violettrot, Nagel schwach blutrot.

4. kurzgrifflig.

B. fast wie bei O. longisepala, rinnig, schmal, kaum ausgerandet. — K. grün. — Blb. dunkler violett als bei O. rubella, mehr nach Rot, von einer Seite zur anderen abschattiert, Nagel gelb.

5. kurzgrifflig.

B. etwas breiter als bei O. longisepala, weniger rinnig, kaum ausgerandet. — K. grün. — Blb. violettrot, Nagel gelb.

6. kurzgrifflig.

B. etwas weniger rinnig als bei O. longisepala, nicht ausgerandet. — K. in dem mittleren Teil braunrot berandet. — Blb. leuchtend dunkelviolettrot, Nagel schwach blutrot.

7. langgrifflig.

B. flach, fast so breit wie bei O. rubella, zugespitzt, kaum ausgerandet. — K. grün. — Blb. fast wie bei O. macrostylis, etwas violetter rot, Nagel schwach blutrot.

8. langgrifflig.

B. wie bei Bastard 7. — K. unterbrochen braunrot berandet. — Blb. rot, fast wie bei O. macrostylis, Nagel gelb.

9. langgrifflig.

B. etwas rinnig, breiter als bei O. longisepala, schwach ausgerandet. — K. grün. — Blb. dunkelviolett. Nagel schwach blutrot.

10. langgrifflig.

B. fast flach, etwas schmaler als bei O. rubella, zugespitzt, nicht ausgerandet. — K. grün. — Blb. dunkelviolett, Nagel gelb.

11. langgrifflig.

B. flach, fast so breit, aber kürzer als bei O. rubella, zugespitzt, nicht ausgerandet. — K. grün. — Blb. dunkelviolett nach rot hin, Nagel gelb.

12. langgrifflig.

Blätter sehr gedrungen stehend, Blättchen flach, fast so breit wie bei O. rubella, aber kürzer, kaum ausgerandet. — K. grün. — Blb. rot wie bei O. macrostylis, Nagel gelb.

13. kurzgrifflig.

B. etwas rinnig, breiter als bei O. longisepala, kaum ausgerandet. — K. grün. — Blb. leuchtender rot als bei O. macrostylis, Nagel schwach blutrot.

14. kurzgrifflig.

B. weniger rinnig als bei O. longisepala, etwas mehr ausgerandet und breiter. — K. bräunlich. — Blb. rot wie bei O. macrostylis, aber in der Mitte etwas violetter, Nagel blutrot.

15. kurzgrifflig.

B. weniger rinnig und breiter als bei O. longisepala, schwach ausgerandet. — K. grün. — Blb. etwas violetter rot als bei O. macrostylis, Nagel gelb.

16. langgrifflig.

B. weniger rinnig als bei O. longisepala, gar nicht ausgerandet. — K. grün. — Blb. rot wie bei O. macrostylis, Nagel fast gelb.

17. langgrifflig.

B. fast flach und so breit wie bei O. rubella, aber kaum ausgerandet. — K. unterbrochen braunrot berandet. — Blb. von der einen, inneren, dunkleren Seite zur anderen, äußeren, helleren abschattiert!

18. langgrifflig.

B. weniger rinnig als bei O. longisepala, länger und breiter, schmal ausgerandet. — K. grün. — Blb. fast so rot wie bei O. macrostylis, Nagel gelb.

19. langgrifflig.

B. breiter und flacher als bei O. longisepala, kaum ausgerandet. — K. grün. — Blb. heller rot als bei O. macrostylis, Nagel gelb.

Auch in dieser Abteilung von Bastarden gehörten alle der einen oder anderen elterlichen Form an, 12 waren langgrifflig, 7 kurzgrifflig, keiner mittelgrifflig.

Fassen wir nun beide Reihen von Bastarden zusammen, welche durch Bestäubung der mittelgriffligen und kurzgriffligen Form von Oxalis rubella mit dem Pollen der langgriffligen Form von O. longisepala erzeugt wurden, so sehen wir wieder Mittelstufen der verschiedensten Art und keine einzige Bildung, welche in ihrer Ganz-

heit einem der beiden Eltern besonders nahe tritt, was bei den vorher besprochenen Bastarden doch mehrfach der Fall war und vielleicht damit im Zusammenhange steht, daß die hier gekreuzten Arten im ganzen sich mehr voneinander unterscheiden, als die vorhergehenden.

Die Blättchen neigen sich durch breite Form und flache Ausbreitung mehr nach O. rubella hin, es kommen aber auch einzelne Bastarde mit rinnigen Blättchen vor; auch in der Breite der Blättchen sind die meisten der Bastarde mehr O. rubella ähnlich; die Ausrandung schwankt hingegen sehr in ihrer Stärke.

Die Kelchfarbe ist namentlich derjenigen von O. rubella gleich, nämlich ganz grün, und nur selten kommt braunrote Berandung vor.

Die Blütenfarbe zeigt hingegen wieder ein Vorwiegen von O. longisepala; das leuchtende Gelbrot dieser Art tritt zwar nie ganz rein auf, aber macht sich so weit geltend, daß ein Rot entsteht, welches demjenigen von O. macrostylis, wenn nicht ganz gleich, so doch sehr ähnlich ist; hiermit ist aber noch kein Grund gegeben, um diese beiden Spezies, die sonst so sehr verschieden sind, zusammen zu werfen. Besonders treten auch leuchtende violette Farben auf, welche dunkler sind als die von O. hirta. Meist sind die Farben auf den Blumenblättern gleichmäßig gemischt, doch finden sich einige Fälle, wo eine Abschattierung von einem Rande zum andern statt hat. In der Färbung des Nagels der Blumenblätter zeigt sich gleichfalls der Einfluß von O. longisepala als überwiegend, indem nur wenige Fälle vorkommen, wo dieser Nagel rein gelb ist, meistens hat er einen blutroten Fleck in verschieden starker Ausbildung.

Diesen Bastarden wären nun jene gegenüber zu stellen, welche sich etwa durch Bestäubung von O. longisepala mit O. rubella erzeugen ließen; aber alle Bestäubungen zu dieser Erzeugung waren vergeblich, weder der Pollen der mittelgriffligen noch der kurzgriffligen Form von O. rubella hatte irgend einen Einfluß auf die Blüten von O. longisepala, welche, ohne nur einen Anfang zur Fruchtbildung zu zeigen, ausnahmslos abfielen. Es ist dies ein bemerkenswerter Fall gegenüber den anderen Oxalisbastadierungen innerhalb der Rubellagruppe, daß der Pollen der einen Art zur Befruchtung der anderen tauglich ist, aber die weiblichen Organe dieser von dem Pollen jener nicht beeinflußt werden; doch steht dieser Fall nicht vereinzelt da, wie z. B. das Verhältnis von Oxalis tetraphylla und O. latifolia, siehe S. 470, zu einander zeigen.

7. Bastardierungen zwischen Oxalis macrostylis und Oxalis canescens.

Oxalis macrostylis und O. canescens unterscheiden sich nach der oben gegebenen Tabelle hauptsächlich in folgenden Punkten: O. macrostylis hat einen grünen, O. canescens unten einen glänzend schwarzen Stengel; die Blättchen von O. macrostylis sind breiter als die von O. canescens; letztere haben außerdem gegenüber den ersteren zwar ein graugrünes Ansehen, dieses Merkmal läßt sich aber bei der Vergleichung der Bastarde mit ihren Eltern schwer anwenden, besonders schwer aber ausdrücken. Bei O. macrostylis findet ferner im Blühen eine Unterbrechung statt, bei O. canescens nicht, indem in der Achsel jedes der aufeinanderfolgenden Blätter eine Blüte steht. Weiter ist der grüne Kelch bei O. macrostylis braunrot berandet, bei O. canescens ist er im ganzen bräunlich grün. Namentlich ist aber die Blütenfarbe verschieden, bei O. macrostylis ein mehr mattes Karminrot, bei O. canescens ein ganz helles Violett — heller als bei O. rubella — mit Seidenglanz. Der größere Umfang der Blüten bei O. macrostylis gegenüber O. canescens läßt sich gleichfalls bei unseren Vergleichungen nicht gut verwerten.

Zwischen den beiden Arten konnten die beiden Reihen von Bastarden erzeugt werden, wenn auch die Bestäubungen teilweise nur schlecht anschlugen.

1. Oxalis macrostylis, langgrifflige Form, bestäubt mit O. canescens, mittelgrifflige Form.

Die Mehrzahl dieser Bestäubungen, nämlich 16, hatten im Herbst 1885 gar keinen Erfolg, nur nach vieren trat eine Fruchtbildung ein. In den einzelnen Früchten bildeten sich nur 2. 1. 1. 4 Samen aus. Einen besseren Erfolg hatte der Vorversuch im Herbst 1884 gehabt, so daß ich doch mit den damals erzeugten Bastarden zusammen eine Reihe zur Vergleichung hatte.

Bastard 1. langgrifflig.

Stengel unten bräunlich, Blättchen schmaler als bei O. macrostylis, in Farbe ähnlich O. canescens; keine Blühunterbrechung; Kelch mit braunroten Strichen; Blumenblätter mehr violettrot als bei O. macrostylis, mit Seidenglanz.

2. mittelgrifflig.

St. unten nur schwach bräunlich, B. so breit wie bei O. ma-

crostylis, aber an Farbe ähnlich O. canescens. — BU. keine. — K. mit braunen Strichen. — Blb. heller rot als bei O. macrostylis, Seidenglanz.

3. mittelgrifflig.

St. unten schwach bräunlich. — B. fast so breit wie bei O. macrostylis, Farbe ähnlich O. canescens. — BU. in einer Blattachsel. — K. mit braunroten Streifchen. — Blb. rot mit violettem Anflug, Seidenglanz.

4. langgrifflig.

St. unten bräunlich. — B. fast so breit und in Farbe wie bei O. macrostylis. — BU. keine. — Blb. rot, ganz ähnlich O. macrostylis; die Blüten aber kleiner.

5. langgrifflig.

St. unten bräunlich. — B. so breit wie bei O. macrostylis, aber in Farbe mehr ähnlich O. canescens. — BU. keine. — K. sehr schwach braunrot berandet. — Blb. rot, ähnlich O. macrostylis, aber mit violettem Anflug.

6. mittelgrifflig.

St. unten bräunlich. — B. so schmal wie bei O. canescens, aber in Farbe nicht ganz gleich. — BU. bisweilen in 1 Blattachsel. — K. schwach braunrot berandet. — Blb. rot wie bei O. macrostylis, etwas mehr ins Violette.

7. langgrifflig.

St. bräunlich. — B. fast so breit wie bei O. macrostylis, auch in Farbe ähnlich O. macrostylis. — BU. bisweilen in einer Blattachsel. — K. ganz schwach rotbraun berandet. — Blb. ähnlich O. macrostylis, aber heller und mehr violett, dazu die Blüten etwas kleiner.

8. langgrifflig.

St. weit hinauf bräunlich. — B. fast so breit wie bei O. macrostylis, aber in Farbe mehr ähnlich O. canescens. — BU. keine. — K. wenig braunrot berandet. — Blb. heller rot als bei O. macrostylis, Seidenglanz.

9. langgrifflig.

St. unten bräunlich. — B. etwas schmaler als bei O. macro-

stylis, in Farbe gleich dieser Art. — BU. keine. — K. ganz grün. — Blb. rot, ähnlich O. macrostylis.

10. langgrifflig.

St. nur ganz unten bräunlich. — B. in Form und Farbe ähnlich O. macrostylis. — BU. keine. — K. zum Teil braunrot berandet. — Blb. heller rot als bei O. macrostylis.

11. langgrifflig.

St. nur ganz unten bräunlich. — B. ähnlich denen von O. macrostylis, aber dunkler grün. — BU. in 2 Blattachseln. — K. mit braunroten Streifchen. — Blb. violetter rot als bei O. macrostylis.

12. langgrifflig.

St. schwach bräunlich. — B. ähnlich O. rubella, fast so stark ausgerandet. — BU. in 2 Blattachseln. — K. am Rande mit ganz kurzen braunroten Streifchen. — Blb. wenig heller als bei O. macrostylis, kaum Seidenglanz.

13. langgrifflig.

St. fast grün. — B. ähnlich O. macrostylis, kaum ausgerandet. — BU. in 2 Blattachseln. — K. ganz grün. — Blb. violetter rot als bei O. macrostylis, kaum Seidenglanz.

Auch in dieser Abteilung von Bastarden traten nur die beiden Formen der Eltern auf, 10 waren nämlich langgrifflig, 3 mittelgrifflig, keiner kurzgrifflig. Sie neigten in ihren Eigenschaften bald mehr zu O. macrostylis, bald mehr zu O. canescens, im ganzen zeigte sich der Einfluß von O. canescens als mehr hervortretend. So war namentlich der Stengel niemals rein grün, sondern hatte immer mehr oder weniger ein bräunliches Ansehen, wenigstens am unteren Teil, wenn er auch nicht das glänzende Schwarz von O. canescens erreichte; ebenso fand meist keine oder doch nur eine ganz geringe Blühunterbrechung statt. Die Blätter neigten in der Form mehr zu O. macrostylis, in der Farbe mehr zu O. canescens. Der Kelch hatte meist etwas bräunliches an sich, war aber selten braunrot berandet wie bei O. macrostylis, oder im ganzen bräunlich, wie bei O. canescens, sondern zeigte auf grünem Grunde bräunliche Striche.

Die Blütenblätter neigten in Farbe mehr zu O. macrostylis und hatten in keinem Falle das helle Violett von O. canescens,

während wiederum der Seidenglanz von O. canescens in mehreren Fällen auftrat und den Blüten dieser Bastarde ein sehr schönes Aussehen gab.

m. Oxalis canescens, mittelgrifflige Form, bestäubt mit O. macrostylis, langgrifflige Form.

Diese Bestäubungen hatten einen bessern Erfolg als die soeben besprochenen, in umgekehrter Weise vorgenommenen, wenn sie auch immerhin denen mancher anderer Verbindungen nachstanden. Wenn auch eine Reihe von Bestäubungen ohne Fruchtansatz blieb, so bildeten sich infolge anderer doch Früchte aus, welche 1—5, im Durchschnitt gegen 3 Samen trugen, d. h. im Durchschnitt in den erzeugten Früchten, nicht als Erfolg aller Bestäubungen, wo als Durchschnittszahl der Samen nur 1, 3 herauskam. Leider ging ein Teil der Sämlinge verloren; doch genügen die übrigen einigermaßen zu unsern Vergleichungen.

Bastard 1. langgrifflig.

Stengel nur ganz unten bräunlich. — Blättchen fast so breit wie bei O. macrostylis, aber in Farbe ähnlich denen von O. canescens, dicht gedrängt; Blühunterbrechung in 2 Blattachseln. Kelch ganz grün. Blumenblätter: zart rosa, von einer Seite zur andern abschattiert, mit Seidenglanz, sehr schön.

2. mittelgrifflig.

St. nur unten bräunlich. — B. fast so breit wie bei O. macrostylis, aber in Farbe ähnlich O. canescens. — BU. in 1—2 Blattachseln. — K. unterbrochen braunrot berandet. — Blb. heller rot als bei O. macrostylis mit violettem Anflug, welcher an der einen Blattseite stärker; Seidenglanz.

3. mittelgrifflig.

St. unten schwach bräunlich. — B. so breit wie bei O. macrostylis, nicht ganz so freudig grün. — BU. in je 1 Blattachsel. — K. braunrot berandet. — Blb. hellrosa, an der einen Seite heller violetter Streifen.

4. mittelgrifflig.

St. ganz unten schwärzlich. — B. so breit wie bei O. macrostylis, so graugrün wie bei O. canescens. — BU. in je 1 Blattachsel. — K. braunrot gestreift. — Blb. heller rot als bei O. macrostylis, kein Seidenglanz, nur so groß wie bei O. canescens. Die Blätter dicht gedrängt.

5. mittelgrifflig.

St. unten braun. — B. so breit wie bei O. macrostylis, aber graugrün. — BU. keine. — K. wenig braunrot berandet. — Blb. violettrosa, an der einen Hälfte dunkler als an der anderen.

6. mittelgrifflig.

St. unten schwach bräunlich. — B. so breit wie bei O. macrostylis, dunkler grün. — BU. keine. — K. in der Mitte braunrot berandet. — Blb. mehr violettrot als bei O. macrostylis.

7. mittelgrifflig.

St. unten sehr schwach bräunlich. — B. so breit wie bei O. macrostylis, fast so graugrün wie bei O. canescens. — BU. in 1—2 Blattachseln. — K. etwas braunrot berandet. — Blb. violettrosa, heller als bei O. macrostylis.

8. mittelgrifflig.

St. von unten her ziemlich weit aufwärts bräunlich. — B. etwas schmaler als bei O. macrostylis, dunkelgrün. — BU. in 3 Blattachseln. — K. mit braunen Streifchen berandet. — Blb. dunkler violettrot als bei O. canescens, größer, schwacher Seidenglanz.

Auffallender Weise traten hier meist nur Bastarde der mittelgriffligen Form auf, nämlich 7 und nur 1 langgriffliger, was aber wohl mit der geringen Anzahl der erzielten Bastarde zusammenhängt; die dritte Form fand auch hier sich nie.

In bezug auf ihre sonstigen Erscheinungen blieben diese Bastarde in demselben Rahmen wie die vorher besprochenen der anderen Reihe, so daß man auch in diesen beiden Reihen von Bastarden nicht unterscheiden kann, wer Vater und wer Mutter gewesen sei.

8. Bastardierungen zwischen Oxalis hirta und Oxalis canescens.

Nach der oben gegebenen Übersicht unterscheiden sich Oxalis hirta und O. canescens hauptsächlich durch folgende Punkte: Bei O. hirta ist der Stengel bräunlich grün, bei O. canescens unten schwarz und glänzend. Die Teilblättchen sind bei O. canescens kürzer und dunkler grün, ein Merkmal, welches jedoch schwierig bei der Unterscheidung der Bastarde anzuwenden ist. Dann findet

bei O. canescens keine Blühunterbrechung statt, wie bei O. hirta. Vornehmlich sind aber die Blumenblätter bei O. hirta dunkelviolett und haben einen blutroten Fleck auf dem gelben Nagel, während sie bei O. canescens ganz hellviolett sind und einen ganz rein gelben Nagel haben. Die kleinere Blüte von O. canescens ist auch charakteristisch gegenüber der größeren von O. hirta.

n. Oxalis hirta, langgrifflige Form, bestäubt mit O. canescens, kurzgrifflige Form.

Diese Bestäubungen waren in den meisten Fällen erfolgreich und es bildeten sich in den sehr zahlreich erzeugten Früchten 1—4 Samen, im Durchschnitt 2 Samen in jeder Frucht aus, so daß eine große Menge von diesen Bastarden erzogen werden konnte, welche sich besonders durch die verschiedene Färbung der Blüten auszeichneten.

Bastard 1. langgrifflig.

Stengel bräunlich. — Blättchen in Farbe und Form fast gleich denen von O. canescens. — Blühunterbrechung in einer Blattachsel. — Blumenblätter etwas heller violett als bei O. hirta, schwach blutroter Nagel.

2. mittelgrifflig.

St. dunkelbraun. — B. wenig länger als bei O. canescens und etwas freudiger grün. — BU. in 1 Blattachsel. — Blb. wie bei Bastard 1.

3. mittelgrifflig.

St. kaum bräunlich. — B. fast so lang wie bei O. hirta, aber nicht so hellgrün. — BU. in 1 Blattachsel. — Blb. ähnlich O. hirta, dunkelviolett mit blutrotem Nagel.

4. mittelgrifflig.

St. dunkelbraun. — B. in Farbe und Form fast wie bei O. canescens. — BU. in 2 Blattachseln. — Blb. dunkler violett als bei O. hirta, Nagel schwach blutrot.

5. langgrifflig.

St. schwach bräunlich. — B. so lang wie bei O. canescens, nicht so dunkel. — BU. in 2 Blattachseln. — Blb. ähnlich wie bei O. hirta, aber kleiner.

6. mittelgrifflig.

St. bräunlich. — B. fast ganz wie bei O. canescens, nicht

ganz so dunkel. — BU. in 2 Blattachseln. — Blb. wie bei O. hirta, aber kleiner.

7. mittelgrifflig.

St. schwach bräunlich. — B. so lang wie bei O. hirta, so dunkel wie bei O. canescens. — BU. in 1 Blattachsel. — Blb. heller violett als bei O. hirta, Nagel ganz gelb.

8. mittelgrifflig.

St. bräunlich. — B. so lang wie bei O. hirta, so dunkel wie bei O. canescens. — BU. in 2—3 Blattachseln. — Blüten wie bei O. hirta.

9. kurzgrifflig.

St. bräunlich. — B. so klein und gefärbt wie bei O. canescens. — BU. in 4 Blattachseln. — Blb. violettrot, zur einen Hälfte violetter als zur anderen, Nagel?

Dieser Bastard zeigt also eine der ganz wenigen Ausnahmen im Auftreten derjenigen Form, welcher keiner der beiden Eltern angehört.

10. langgrifflig.

St. dunkelbraun. — B. so groß und gefärbt wie bei O. canescens. — BU. in 1 Blattachsel. — Blb. wie bei O. hirta, aber kleiner.

11. langgrifflig.

St. schwach bräunlich. — B. fast so lang wie bei O. hirta, aber nicht so hellgrün. — BU. in 2 Blattachseln. — Blb. leuchtend violettrot mit blutrotem Nagel. Kleinblütig.

12. langgrifflig.

St. kaum bräunlich. — B. etwas länger als bei O. canescens, nicht ganz so dunkelgrün. — BU. in 2 Blattachseln. — Blb. violett wie bei O. hirta, aber von einem Rande zum anderen abschattiert. Nagel schwach blutrot. Kleinblütig.

13. mittelgrifflig.

St. dunkelbraun. — B. etwas länger und etwas heller als bei O. canescens. — BU. in 2 Blattachseln. — Blb. heller violett als bei O. hirta, Nagel mit schwach rötlichem Anflug. Kleinblütig.

14. mittelgrifflig.

St. schwach bräunlich. — B. fast so lang und ebenso grün

wie bei O. hirta. — BU. in 2 Blattachseln. — Blb. leuchtend dunkelviolett, schwach rötlicher Nagel; großblumig.

15. mittelgrifflig.

St. schwarzbraun. — B. länger als bei O. canescens, an Farbe wie O. canescens. — BU. in 2—3 Blattachseln. — Blb. heller violett als bei O. hirta, ganz schwach blutroter Nagel; Seidenglanz; Blüten so groß wie bei O. hirta.

16. langgrifflig.

St. kaum bräunlich. — B. so lang wie bei O. hirta, Farbe zwischen der beider Eltern. — BU. in 2 Blattachseln. — Blüten wie bei O. hirta, aber etwas kleiner.

17. mittelgrifflig.

St. dunkelbraun. — B. so lang wie bei O. hirta, so dunkel wie bei O. canescens. — BU. keine. — Blb. rein weiß! mit gelbem Nagel.

18. langgrifflig.

St. schwarzbraun. — B. etwas länger und heller als bei O. canescens. — BU. in 3 Blattachseln. — Pflanze schwach. — Blb. etwas heller violett als bei O. hirta; blutroter Nagel, schwacher Seidenglanz.

19. langgrifflig.

St. schwach bräunlich. — B. so lang wie bei O. hirta, aber etwas dunkler. — BU. mehrmals in 1 Blattachsel. — Blb. etwas heller violett als bei O. hirta; blutroter Nagel schwächer als bei O. hirta. Kleinblütig.

20. langgrifflig.

St. schwach bräunlich. — B. fast so lang wie bei O. hirta, Farbe im Mittel zwischen beiden Eltern. — BU. in 1 Blattachsel. — Blb. heller violett als bei O. hirta, Nagel gelb; kleinblütig.

21. mittelgrifflig.

St. dunkelbraun. — B. fast ganz wie bei O. canescens. — BU. in 2 Blattachseln. — Blb. violett wie bei O. hirta, aber schwach blutroter Nagel. Kleinblütig.

22. langgrifflig.

St. bräunlich. — B. fast so lang wie bei O. hirta, heller. —

BU. in 2 Blattachseln. — Blb. wie bei O. hirta, aber Nagel nicht ganz so blutrot.

23. langgrifflig.

St. dunkelbraun. — B. länger als bei O. canescens, Farbe wie bei O. canescens. — BU. in 5 Blattachseln. — Blb. heller violett als bei O. hirta, gelber Nagel, Seidenglanz.

24. langgrifflig.

St. bräunlich. — B. wenig länger als bei O. canescens, Farbe wie bei O. canescens. — BU. fraglich, da nur schwach blühend. — Blb. viel heller violett als bei O. hirta, blutroter Nagel.

25. mittelgrifflig.

St. unten schwarz, dann bräunlich. — B. ähnlich wie bei O. hirta. — BU. in 2 Blattachseln. — Blb. heller violett als bei O. hirta mit schwach blutrotem Nagel; großblumig.

26. langgrifflig.

St. bräunlich. — B. ähnlich wie bei O. hirta, aber weniger behaart. — BU. in 3—4 Blattachseln. — Blb. rötlicher violett als bei O. hirta, Nagel schwach blutrot.

27. kurzgrifflig.

St. bräunlich. — B. so groß wie bei O. canescens, aber heller. — BU. fraglich, da nur schwach blühend. — Blb. leuchtend violett, mehr zu rot, blutroter Nagel.

Dies also ein zweiter kurzgriffliger Bastard unter dieser von mittelgriffligen und langgriffligen Eltern abstammenden Abteilung. Da ein Irrtum in der Bestäubungsweise ganz ausgeschlossen war und auch die sonstigen Merkmale der beiden Bastarde anzeigten, daß sie von denselben Eltern wie die anderen dieser Abteilung abstammten, so müssen wir schon diese beiden Fälle als Ausnahmen von der Regel hinnehmen, daß die Bastarde immer nur die Formen der beiden Eltern zeigen. Immerhin waren hier diese beiden Formen in überwiegender Anzahl vertreten, die langgrifflige in 13, die mittelgrifflige in 12 Bastarden.

Im übrigen zeigt sich in dieser Abteilung der Einfluß der beiden Eltern wieder in sehr verschiedenem Maße. Die Farbe der Stengel neigt mehr zu O. canescens und ist oft sehr dunkelbraun. Ebenso neigt auch die Form und Farbe der Blättchen mehr zu

O. canescens und ist dieser manchmal fast ganz gleich. Hingegen zeigt sich in den meisten Fällen eine Unterbrechung im Blühen, wenn auch nicht in ganz so vielen Blattachseln hintereinander wie bei O. hirta. Die Farben der Blütenblätter sind namentlich bemerkenswert; dieselben zeigen zwar meist mehr oder weniger einen blutroten Nagel, als Zeichen der Abstammung von O. hirta, der obere Teil ist aber sehr verschieden gefärbt: außer dem dunklen Violett von O. hirta ein noch dunkleres, ebenso ein helleres, aber nie so hell wie bei O. canescens, hingegen in einem Falle ein vollständig reines Weiß und merkwürdigerweise ein leuchtendes Rot, dem von O. macrostylis ähnlich, welche Art auf keinen Fall hier bei der Erzeugung der Bastarde mitgewirkt hat. Der Seidenglanz von O. canescens tritt nur selten oder so wenig hervor, daß er nicht charakteristisch genannt werden kann. Hingegen ist bei einer großen Anzahl dieser Bastarde der Blütenumfang ein bedeutend geringerer als der von O. hirta und nähert sich fast dem von O. canescens an Kleinheit.

o. Oxalis canescens, mittelgrifflige Form, bestäubt mit O. hirta, langgrifflige Form.

Diese Bestäubungen schlugen zwar oft ziemlich gut an, so daß sich in den erzeugten Früchten 1—3, im Durchschnitt 2 Samen bildeten, aber es ließen sich aus denselben nicht viele Sämlinge erziehen, was vielleicht daran liegt, daß O. canescens, welche hier die Mutter war, einen viel schwächlicheren Habitus hat als O. hirta.

Bastard 1. mittelgrifflig.

Stengel dunkelbraun. — Blättchen fast so lang wie bei O. hirta, Farbe wie bei O. canescens. — BU. in 1—2 Blattachseln. — Blumenblätter heller violett als bei O. hirta, Nagel gelb.

2. mittelgrifflig.

St. kaum bräunlich. — B. so lang wie bei O. canescens, aber heller. — BU. in 1 Blattachsel. — Blb. heller violett als bei O. hirta, Nagel schwach blutrot.

3. mittelgrifflig.

St. schwarzbraun. — B. schmaler als bei O. hirta. — BU. in 3—4 Blattachseln. — Blb. heller violett als bei O. hirta, blutroter Nagel.

4. langgrifflig.

St. bräunlich. — B. ähnlich O. canescens. — BU. in 1 Blattachsel. — Blüten klein, Blb. so hellviolett wie bei O. canescens, von der Mitte aber nach beiden Rändern hin dunkler violett, oder auch auf dem hellvioletten Grunde, dunkler violette Streifen. Die ganze Pflanze zwergartig.

Diese geringe Anzahl von Bastarden zeigt nur die beiden elterlichen Formen, die langgrifflige in 1, die mittelgrifflige in 3 Exemplaren, welche im großen und ganzen denen der vorigen Reihe ähnlich sind, abgesehen von der eigentümlichen Blütenfarbe des Bastardes 4.

9. Bastardierungen zwischen Oxalis canescens und O. fulgida.

Mehrere sehr auffallende Merkmale sind es, vergl. S. 492, welche Oxalis canescens und O. fulgida voneinander unterscheiden lassen.

Der Wuchs von O. canescens ist ein aufrechter, der von O. fulgida unten ein ganz niederliegender. — Der Stengel ist bei O. canescens unten glänzend schwarz, bei O. fulgida überall rötlich. Die Blättchen sind bei O. canescens viel kürzer und dunkler grün als bei O. fulgida. — Bei O. canescens ist der Kelch im ganzen bräunlich grün, bei O. fulgida am Rande und auf dem Rücken mit braunroten Streifchen versehen. Die kleine Blüte ist bei O. canescens hellviolett, bei fulgida die große leuchtend rot — eine ganze Reihe von Merkmalen, die nun in den Bastarden sich mischen.

p. Oxalis canescens, mittelgrifflige Form, bestäubt mit O. fulgida, langgrifflige Form.

Die überwiegende Mehrzahl dieser Bestäubungen hatte keinen Erfolg, doch wurden 6 Früchte erzielt, welche 5. 4. 2. 3. 2. 4 Samen enthielten. Die Durchschnittszahl der nach den gesamten Bestäubungen erzielten Samen war nur 1 für jede Bestäubung.

Bastard 1. langgrifflig.

Stengel niederliegend, in Farbe zwischen O. fulgida und O. canescens, brauner als O. fulgida, heller als O. canescens. — Blättchen so breit und lang wie bei O. fulgida, aber fast so graugrün wie bei O. canescens. — Kelch braunrot gestrichelt. — Blumenblätter dunkler violett als bei O. hirta.

2. mittelgrifflig.

St. niederliegend, schwarzbraun. — B. wenig heller als bei O. canescens. — K. am Rande braunrot gestrichelt. — Blb. rosa zu violett neigend; kleinblütig.

3. langgrifflig.

St. aufrecht, bräunlich. — B. wenig länger und heller als bei O. canescens. — K. bräunlich grün. — Blb. rosa zu violett neigend, Seidenglanz; kleinblütig.

4. langgrifflig.

St. aufrecht, bräunlich. — B. fast gleich O. fulgida. — K. braun gestrichelt. — Blb. rot, ähnlich O. fulgida, aber etwas ins Violette, Seidenglanz; Blüten kleiner als bei O. fulgida.

5. mittelgrifflig.

St. niederliegend, bräunlich. — B. fast ganz wie bei O. canescens, wenig heller. — K. grün. — Blb. rot, ähnlich O. fulgida, aber ins Violette, Blüten größer als bei O. canescens.

6. mittelgrifflig.

St. niederliegend, braunschwarz, zart. — B. schmaler und zarter als bei O. canescens, nicht so graugrün. — K. bräunlich berandet. — Blb. rosa, kaum zu Violett neigend, Seidenglanz. Blüten in Form von O. canescens, aber grösser.

Dieser Bastard zeichnet sich namentlich durch seine von beiden Eltern abweichende zarte Belaubung aus.

7. langgrifflig.

St. niederliegend, braunschwarz, kräftig. — B. fast größer als bei O. fulgida, aber Farbe fast gleich O. canescens. — K. braunrot berandet. — Blb. rot, ähnlich O. fulgida, aber mehr violett; Blüten ebenso groß wie bei O. fulgida.

8. langgrifflig.

St. niederliegend, schwarzbraun. — B. länger als bei O. canescens, nicht ganz so graugrün. — K. braun gestrichelt. — Blb. dunkel violettrot, Seidenglanz. Blüten teils so groß, teils größer als bei O. canescens.

9. mittelgrifflig.

St. niederliegend, bräunlich. — B. etwas breiter als bei O.

canescens. — K. bräunlich. — Blb. violett wie bei O. hirta, aber Nagel gelb.

10. mittelgrifflig.

St. niederliegend, bräunlich. — B. ähnlich O. canescens, aber länger. — K. grün mit feinen braunen Streifen. — Blb. dunkler violett als O. canescens.

11. langgrifflig.

St. niederliegend, dunkelbraun. — B. ähnlich O. canescens. — K. mit feinen braunen Strichen. — Blb. violettrot, von dunkler rotem, inneren Rande, zu hellerem, äußeren, mehr violetten abschattiert! Blüten klein.

12. langgrifflig.

St. niederliegend, schwach bräunlich. — B. ähnlich O. canescens, aber breiter und länger. — K. bräunlich. — Blb. violettrot, Seidenglanz.

Es sind zwar diese Bastarde nicht sehr zahlreich, doch läßt sich immerhin einiges Allgemeine von ihnen zusammenfassen. Auch sie zeigen nur die beiden Formen ihrer Eltern, nämlich die langgriffligen in 7, die mittelgriffligen in 5 Exemplaren; die kurzgrifflige fehlt. In einigen Punkten zeigen sie Mittelbildungen zwischen ihren Eltern, in anderen nähern sie sich mehr dem einen oder dem anderen. In der meist dunkelbraunen Farbe des Stengels zeigt sich der vorwiegende Einfluß von O. canescens, während darin, daß in den meisten Fällen die Stengel an ihrem unteren Teil niederliegend sind, die Ähnlichkeit mit O. fulgida hervortritt. Die Blätter zeigen in Form und Farbe meist Mittelstufen zwischen den beiden Eltern. Da diese beiden keine Blühunterbrechung haben, so findet sich dieselbe auch bei den Bastarden nicht, weshalb bei der Beschreibung dieser nicht näher angegeben wurde. Im Kelch tritt der Einfluß von O. fulgida meist stark durch braunrote Strichelung oder Berandung hervor.

Die Farbe der Blumenblätter ist entweder derjenigen von O. fulgida ähnlich, hat dann aber immer einen mehr violetten Anflug, in anderen Fällen ist sie ausgesprochen violett; in noch anderen rosa, als Kombination des hellen Violett von O. canescens und des leuchtenden Rot von O. fulgida. In den einen Fällen zeigt sich der Seidenglanz von O. canescens, in anderen nicht. Diese Bastarde haben in vielen Fällen einen von den meisten vorher beschriebenen abweichenden, feineren Habitus.

q. Oxalis fulgida, langgrifflige Form, bestäubt mit O. canescens, mittelgrifflige Form.

Diese Bestäubungen wurden in großer Anzahl vorgenommen, und weil sie immer ohne gewünschtes Resultat blieben, sehr oft wiederholt, doch vergeblich; es gab zwar einzelne Ansätze zu Früchten, welche eine Zeitlang anschwollen, dann aber, ehe die Samen keimfähig waren, gelb wurden und verdarben.

Endlich wurde ein Sämling erzielt, welcher aber sehr schwächlich war und im Herbst 1888 noch nicht zur Blüte kam; der Stengel war noch ganz unverzweigt, dünn und bräunlich grün und die Teilblättchen waren bedeutend schmaler und kleiner als die von O. canescens.

10. Bastardierungen zwischen Oxalis canescens und O. longisepala.

Diese beiden Arten unterscheiden sich vornehmlich durch folgende Merkmale voneinander: Bei O. canescens ist der Stengel aufrecht und unten schwarzbraun, bei O. longisepala unten niederliegend und freudig grün. Die Teilblättchen sind bei O. canescens graugrün und schwach rinnig, bei O. longisepala freudig grün und stark rinnig; bei O. canescens keine Blühunterbrechung, welche bei O. longisepala eintritt. Der Kelch ist bei O. canescens bräunlich grün, bei O. longisepala freudig grün, mit unterbrochen braunroter Berandung. Bei O. canescens sind die Blüten klein, ihre Blätter hellviolett mit gelbem Nagel, bei O. longisepala die Blüten groß, ihre Blätter leuchtend gelbrot mit blutrotem Nagel. Der Seidenglanz der Blüten von O. canescens tritt bei O. longisepala zwar auch auf, aber nicht so auffällig, er ist zum Vergleich bei den Bastarden kaum zu benutzen.

r. Oxalis canescens, mittelgrifflige Form, bestäubt mit O. longisepala, langgrifflige Form.

Eine überwiegende Anzahl dieser Bestäubungen war von keinem Erfolg, und nur wenige Früchte bildeten sich aus, welche 1—5 Samen enthielten. Die Durchschnittszahl der Samen nach allen Bestäubungen war nur 1.

Bastard 1. mittelgrifflig.

Stengel niederliegend, schwach bräunlich. Blättchen fast wie bei O. canescens. Blühunterbrechung in 2 Blattachseln. Kelch

grün. Blumenblätter etwas violetter rot als bei O. macrostylis, gelber Nagel; kleinblütig.

2. langgrifflig.

St. aufstrebend, kaum bräunlich. — B. wie bei canescens, nicht ganz so graugrün. — BU. in 2 Blattachseln. — K. grün. — Blb. etwas violetter rot als bei O. macrostylis, Nagel blutrot; kleinblütig.

3. mittelgrifflig.

St. aufstrebend, kaum bräunlich. — B. ähnlich O. canescens, aber nicht ganz so graugrün. — BU. keine! — K. grün. — Blb. violetter rot als bei O. macrostylis, gelber Nagel.

4. mittelgrifflig.

St. aufstrebend, kaum bräunlich. — B. breiter als bei O. canescens, dunkelgrün, Blätter gedrungen stehend. — BU. in 3—4 Blattachseln. — K. grün. — Blb. violettrot, blutroter Nagel.

5. mittelgrifflig.

St. niederliegend, braun. — B. ähnlich denen von O. longisepala in Form, Farbe aber mehr zu O. canescens neigend. — BU. in 2 Blattachseln. — K. grün. — Blb. dunkel violettrot, blutroter Nagel, kleinblütig.

6. langgrifflig.

St. aufstrebend, schwach bräunlich. — B. ähnlich O. canescens. — BU. in 2 Blattachseln. — K. grün. — Blb. rot wie bei O. macrostylis, Nagel gelb; kleinblütig.

7. mittelgrifflig.

St. aufstrebend, unten dunkelbraun. — B. ähnlich O. canescens, aber kleiner. — BU. in 4 Blattachseln. — K. grün. — Blb. violettrot, blutroter Nagel; Blüten so groß wie bei O. longisepala.

8. mittelgrifflig.

St. ganz niederliegend. — B. in Form wie bei O. longisepala, in Farbe wie bei O. canescens. — BU. nicht festzustellen, da die Pflanze einstweilen am Hauptzweige nur 2, an den Seitenzweigen je nur 1 Blüte hatte. — K. grün. — Blb. violettrot, Nagel blutrot.

9. mittelgrifflig.

St. aufstrebend, bräunlich. — B. ähnlich denen von O. canes-

cens. — BU. in 3 Blattachseln. — K. grün. — Blb. dunkler rot als bei O. macrostylis, Nagel blutrot; kleinblumig.

10. langgrifflig.

St. aufstrebend, bräunlich. — B. ähnlich denen von O. canescens. — BU. in 4—5 Blattachseln. — K. grün. — Blb. dunkler rot als bei O. macrostylis, Nagel gelb.

Auch diese Bastarde zeigen nur die Formen der beiden Eltern, die langgrifflige in 3, die mittelgrifflige in 7 Exemplaren. Die ganzen Pflanzen haben ein zwergartiges Ansehen, was durch ihren meist niedrig bleibenden Stengel und durch die dicht gedrängt stehenden Blätter hervorgebracht wird. In der Farbe zeigt der Stengel fast immer den Einfluß von O. canescens, aber in sehr verschiedener Weise durch mehr oder weniger bräunliche Färbung. Die Blättchen neigen in Form und Farbe mehr zu denen von O. canescens, denen sie manchmal fast ganz gleich sind. Hingegen haben die meisten Bastarde von O. longisepala das Blühen mit Unterbrechungen geerbt. Die Kelchblätter sind dadurch eigentümlich, daß sie das freudige Grün von O. longisepala haben, aber ohne die braunrote Berandung, welche auch bei O. canescens fehlt. Besonders eigentümlich ist die Farbe der Blumenblätter, während diese bei O. canescens hellviolett, bei O. longisepala leuchtend gelbrot ist, so haben wir hier bisweilen eine Farbe, welche der von O. macrostylis sehr ähnlich ist, d. h. ein Karminrot, welches nicht zum Gelblichen neigt, sondern mehr zum Violetten. Diese Neigung zum Violetten tritt dann auch in einigen Bastarden noch stärker hervor. Der blutrote Nagelgrund von O. longisepala ist manchmal vorhanden, manchmal nicht. Im allgemeinen sind die Blüten klein und nicht so ansehnlich wie bei den vorher beschriebenen Bastarden, was mit dem zwergartigen Wuchs der vorliegenden im Zusammenhange zu stehen scheint.

s. O. Oxalis longisepala, langgrifflige Form, bestäubt mit O. canescens, mittelgrifflige Form.

Alle diese Bestäubungen, welche in großer Anzahl vorgenommen wurden, was bei der Langgriffligkeit der zu bestäubenden Form sehr leicht war, blieben ohne jeden Erfolg, so daß also eine Erzeugung der zweiten Reihe von Bastarden zwischen O. canescens und longisepala nicht erreicht wurde.

Auch gegen die Pollen der anderen Arten zeigte sich O. longisepala vollständig unempfänglich. Mit langgriffligen Formen anderer Arten, wie denen von O. macrostylis, hirta und fulgida, wurde sie natürlich erst gar nicht bestäubt, hingegen mit der kurzgriffligen und mittelgriffligen Form von O. rubella, was aber ganz ohne Erfolg blieb.

Nach diesem Verhalten von O. longisepala könnte man auf den Gedanken kommen, sie selbst für einen unfruchtbaren Bastard zu halten, sie zeigt aber doch so viele charakteristische Eigenheiten im Wachstum, den Blättern und Blüten, daß dies kaum statthaft ist; außerdem wäre sie als Bastard eine Ausnahme von den andern Bastarden der Rubellagruppe, welche alle fruchtbar sind.

Wenden wir uns nun nach dieser Aufführung der Ergebnisse, welche die verschiedenen Bestäubungen zwischen Arten der Rubellagruppe von Oxalis hatten, zu einem allgemeinen Überblick über dieselben:

Berücksichtigen wir zuerst den Erfolg, welchen die verschiedenen Bestäubungen innerhalb dieser Gruppen in bezug auf die Anzahl der durch dieselben erzeugten Samen hatte, so giebt uns die beifolgende Tabelle einen Überblick hierüber. Diese Tabelle ist der bequemen Übersicht halber so eingerichtet, daß alle Bestäubungen, welche an einer und derselben Art ausgeführt wurden, zusammenstehen, so daß nicht die beiden Kreuzungen, welche zwischen 2 Arten vorgenommen wurden, direkt aufeinander folgen; man wird aber mit Leichtigkeit die in dieser Richtung zusammengehörigen Kreuzungen auffinden.

	Durchschnitt der Samenzahl nach jeder Bestäubung:
Oxalis rubella, mittelgrifflig,	
best. mit O. rubella, kurzgrifflig . . .	1,92
„ „ O. macrostylis, langgrifflig .	1,9
„ „ O. hirta, langgrifflig . . .	1
„ „ O. longisepala, langgrifflig .	1,68
O. rubella, kurzgrifflig,	
best. mit O. rubella, mittelgrifflig . .	1,3
„ „ O. macrostylis, langgrifflig .	2
„ „ O. hirta, langgrifflig . . .	3
„ „ O. longisepala, langgrifflig. .	2,9

	Durchschnitt der Samenzahl nach jeder Bestäubung:
Oxalis hirta, langgrifflig,	
best. mit O. rubella, mittelgrifflig . .	3
„ „ O. rubella, kurzgrifflig . . .	3,5
„ „ O. canescens, mittelgrifflig .	0,4
O. canescens, mittelgrifflig,	
best. mit O. macrostylis, langgrifflig .	1,2
„ „ O. hirta, langgrifflig . . .	1,6
„ „ O. longisepala, langgrifflig .	0,9
„ „ O. fulgida, langgrifflig . . .	0,8
O. longisepala, langgrifflig,	
best. mit O. rubella, kurzgrifflig . . .	0
„ „ O. rubella, mittelgrifflig . .	0
„ „ O. canescens, mittelgrifflig .	0
O. fulgida, langgrifflig,	
best. mit O. rubella, kurzggrifflig . .	0
„ „ O. rubella, mittelgrifflig . .	0
„ „ O. canescens, mittelgrifflig: fast	0.

Aus dieser Übersicht ergiebt sich eine ungemeine Verschiedenheit in bezug auf die Menge der erzeugten Samen im allgemeinen. Die größte Anzahl von Samen, nämlich 4 nach jeder Bestäubung, ergab die Bestäubung der langgriffligen Form von O. macrostylis mit der mittelgriffligen Form von O. rubella, während die geringste Anzahl bei der Bestäubung von O. macrostylis mit O. canescens, nämlich nur 0,4, und von O. canescens mit O. fulgida, nur 0,8, sich ergab. Nur in ganz vereinzelten Fällen kam es bei O. fulgida nach zahlreichen, nicht gezählten Bestäubungen dahin, daß sich Früchte mit schwächlichen Samen bildeten, und endlich blieben an der langgriffligen Form von O. longisepala alle sehr zahlreichen Bestäubungen mit anderen Formen anderer Arten ohne jeden Erfolg.

Wir sehen ferner, daß die Wechselbestäubungen zwischen 2 Arten durchaus von sehr verschiedenem Erfolge waren; so hatte die Bestäubung der langgriffligen Form von O. macrostylis mit der mittelgriffligen und kurzgriffligen Form von O. rubella einen Erfolg von durchschnittlich 4 und 3,5 Samen nach jeder Bestäubung, während die umgekehrte Art der Bestäubung, nämlich der genannten beiden Formen von O. rubella mit der mittelgriffligen Form von O. macrostylis nur 2 Samen im Durchschnitt ergab. Besonders auffallend war es aber, daß die Bestäubung der

beiden Formen von O. rubella, und auch der mittelgriffligen von O. canescens mit der langgriffligen Form von O. canescens durch Erfolg gekrönt war, während O. longisepala mit jenen Arten bestäubt nie Frucht ansetzte. Es sind dies weitere derartige Fälle, von denen man schon mehrere kennt, wo man sich außer Stande sieht, eine genügende Erklärung dafür zu geben, daß die eine Art mit der anderen bastardiert werden kann, die letztere mit der ersteren aber nicht.

Besonders hervorzuheben ist hier auch die Erscheinung, daß die Bastardierung zwischen verschiedenen Arten besseren Erfolg hat als die Bestäubung innerhalb einer und derselben Art. Von der Bestäubung innerhalb der gleichen Form derselben Art ist hier natürlich nicht die Rede, denn diese war in der Rubellagruppe von Oxalis ausnahmslos ohne Erfolg; es ist hier nur die Bestäubung zwischen 2 Formen von Oxalis rubella, der mittelgriffligen und kurzgriffligen, gemeint, welche von keinem großen Erfolge gekrönt war, nämlich durchschnittlich nur 1,3 und 1,9 Samen einbrachte, während bei der Bestäubung von O. macrostylis mit den genannten 2 Formen von O. rubella deren 4 und 3,5 nach jeder Bestäubung erzeugt wurden.

Erwähnt sei hier noch, daß ebensowenig wie die Wechselbestäubung der gleichen Formen innerhalb derselben Spezies einen Erfolg hat, dieses auch der Fall ist, wenn gleiche Formen verschiedener Spezies miteinander bestäubt werden. So bestäubte ich z. B. die langgriffligen Formen von O. macrostylis, hirta und fulgida untereinander; die Blüten fielen aber ebenso bald mit ihren Stielen ab, als wenn sie mit sich selbst bestäubt waren. Aus diesem Grunde war es denn auch nicht möglich, einzelne der zu den Experimenten benutzten Arten untereinander zu bastardieren, weil dieselben nur in den gleichen Formen lebend beschafft werden konnten.

Was nun das Verhältnis der Griffellänge zu den Staubgefäßen in den Bastarden angeht, so läßt sich dies nach folgender Zusammenstellung am besten überschauen, l. bedeutet langgriffig, m. mittelgrifflig, k. kurzgrifflig.

	Anzahl der Bastarde der verschiedenen Formen.		
	l.	m.	k.
O. rubella m. best. mit O. macrostylis l.	14	10	—
O. rubella k. mit macrostylis l. . . .	7	—	12
O. macrostylis l. mit rubella m. . . .	18	22	—
O. macrostylis l. mit rubella k. . . .	18	—	16
O. rubella m. mit hirta l.	9	5	—
O. rubella k. mit hirta l.	15	1 !	17
O. hirta l. mit rubella m.	13	9	—
O. hirta l. mit rubella k.	18	—	15
O. rubella m. mit longisepala l. . . .	9	8	—
O. rubella k. mit longisepala l. . . .	12	—	7
O. macrostylis l. mit canescens m. . .	10	3	—
O. canescens m. mit macrostylis l. . .	1	7	—
O. hirta l. mit canescens m.	13	12	2 !
O. canescens m. mit fulgida l. . . .	7	5	—
O. canescens m. mit longisepala l. . .	3	7	—
	167	89	69

Es tritt hier ganz auffallend hervor, daß die Bastarde einer Bestäubungsreihe nur die beiden Formen zeigen, welchen die beiden Eltern angehören, und daß die dritte unter ihnen fehlt. Nur 3 Ausnahmen finden sich von dieser Regel unter den 325 Bastarden, indem aus der Bastardierung der kurzgriffligen Form von O. rubella mit der langgriffligen von O. hirta einer der Bastarde mittelgrifflig war, und aus der Bestäubung der langgriffligen Form von O. hirta mit der mittelgriffligen von O. canescens neben 13 langgriffligen und 12 mittelgriffligen sich 2 kurzgrifflige Pflanzen ergaben. Auf der anderen Seite zeigte sich nach der Bestäubung der mittelgriffligen und kurzgriffligen Form von O. rubella miteinander in den Sämlingen auch die dritte Form, die langgrifflige. Wir können dies wohl neben anderen Dingen als einen Beweis dafür ansehen, daß die Oxalisarten, welche oben als solche angeführt worden und mit denen experimentiert wurde, wirklich verschiedene Spezies sind. Wären sie nur Varietäten, so würde doch wahrscheinlich in ihren aus der Vereinigung von 2 Formen hervorgangenen Nachkommen ebenso die dritte Form aufgetreten sein, wie nach der Bestäubung zweier Formen einer und derselben Art, nämlich O. rubella.

Auffallend ist nach obiger Übersicht noch dies, daß die langgrifflige Form unter den Bastarden so überwiegend auftritt, nämlich in 167 Exemplaren, während die mittelgrifflige sich nur in

89, die kurzgrifflige in 69 Pflanzen zeigte; über die Gründe möchte ich meine Vermutungen nicht weiter auseinander setzen.

Gehen wir nun zur Besprechung der Unterschiede der Bastarde voneinander und von ihren Eltern über, so muß zuerst dies gesagt werden, daß manche Verschiedenheiten schwer genau mit Worten zu beschreiben sind, wenn sie auch leicht beim Vergleich der beiden betreffenden Pflanzen sich erkennen lassen. Es soll diese Bemerkung eine Entschuldigung dafür sein, wenn in der vorstehenden Beschreibung der Bastarde Ausdrücke für die Vergleichung gebraucht sind, welche man an und für sich kaum als Verschiedenheiten im Wesen ansehen kann, wie z. B. kaum ausgerandet und schwach ausgerandet.

Zwei Dinge fallen bei der Vergleichung sogleich in die Augen: einmal ist kein Bastard einem seiner Eltern ganz gleich, und zweitens sind alle Bastarde, welche in gleicher Weise erzeugt worden, untereinander mehr oder weniger verschieden. Unter der großen Menge der Bastarde gelang es nicht, 2 ganz gleiche aufzufinden; wenn sie in einem oder mehreren Merkmalen miteinander übereinstimmten, so war doch ein anderes Merkmal zu finden, wodurch sie sich voneinander unterschieden.

Weiter waren auch hier wie in den vorherbesprochenen Bastardierungsfällen die beiden Reihen der zwischen 2 Arten erzeugten Bastarde sich in der Weise gleich, daß sie in einem ganz gleichen Rahmen untereinander variierten. Es ließ sich nicht unterscheiden, wer bei dem Entstehen des Bastardes der Vater, wer die Mutter, die bestäubende oder bestäubte Art gewesen.

Das Wachstum im allgemeinen war bei den meisten Bastarden ein stärkeres und üppigeres als bei den reinen Arten, namentlich kamen sie meist auch eher zum Blühen, denn die meisten Bastarde blühten schon im zweiten Jahre nach der Aussaat, während die Sämlinge von Oxalis rubella zum größten Teil nach 2 Jahren noch nicht blühreif waren. Auf der anderen Seite zeigten sich unter den Bastarden aber auch schwächere Formen, von kleinem, gedrungenem Wuchs, als ihn die Eltern zeigten, so z. B. die durch Bestäubung von O. canescens mit O. longisepala erzeugten.

Die Mischung der elterlichen Charaktere in den Bastarden war nun eine ganz ungemein mannigfaltige, und man konnte schwer sagen, ob die einen mehr dem Vater oder mehr der Mutter ähnelten; es käme dies ganz auf die Wertschätzung der einzelnen Charaktere an, denn wenn in einem Charakter der Einfluß der

einen Art vorwiegend war, so war es in einem anderen wieder einer der anderen Art. Der Reichtum der Formen war ein ungemein großer und eben dadurch zu erklären, daß es so viele Merkmale waren, durch welche die beiden gekreuzten Arten sich voneinander unterschieden, die sich nun in den Bastarden in der verschiedensten Weise kombinierten. Es wäre ein nutzloses Bemühen, eine Wahrscheinlichkeitsrechnung aufzustellen, wie viele verschiedene Bastarde sich zwischen den gegebenen Arten denken ließen, da ja die einzelnen Merkmale sich in ganz ungemein verschiedener Weise mischen lassen, gerade wie die Zahl 4 zusammengesetzt sein kann aus 2 und 2, 3 und 1, $2^1/_2$ und $1^1/_2$, $2^1/_4$ und $1^3/_4$ etc. etc.

Gehen wir aber noch etwas näher darauf ein, wo und wie die Mischung der Charaktere in den vorliegenden Bastarden sich zeigt.

Der Wuchs der Stengel ist bei den einen Arten ein, wenigstens im Anfange, niederliegender, bei den anderen ein aufstrebender, bei noch anderen ein gerade aufrechter, und es gab nun sowohl die verschiedensten Stufen zwischen beiden Extremen in den Bastarden überhaupt, als auch bei den einen derselben Abteilung die eine Art der Vererbung, bei den anderen die andere. Ebenso verhielt es sich mit der Farbe des Stengels, der namentlich bei O. canescens durch ein schwärzliches Aussehen sehr charakterisiert ist, welches sich nun bei den Bastarden, bei deren Bildung O. canescens mitgewirkt hatte, in dem verschiedensten Grade zeigte.

Die Kombinationen der verschiedenen Formen, Behaarungen und Farbe der Blätter war ganz ungemein groß, und gerade hier wurde eine scharfe Vergleichung geradezu unmöglich; auch ist dies vor allen Dingen hervorzuheben, daß an einem und demselben Bastard die Blätter, gerade so wie bei seinen Eltern, nicht ganz gleich waren, sondern sich in mancher Beziehung verschieden verhielten. In den Beschreibungen sind natürlich immer nur die Eigenschaften angegeben, welche sich an der Mehrzahl der Blätter fanden.

Besonders auffällig zeigt sich die Verschiedenheit der Arten in der Aufeinanderfolge der Blüten, die bei den einen ununterbrochen ist, während bei den anderen auf Blätter, in deren Achsel eine Blüte steht, immer mehrere blütenlose folgen, was der Kürze halber als „Blühunterbrechung“ bezeichnet worden ist. Wenn nun einer der Eltern solche Blühunterbrechung zeigte, so pflanzte sich diese auch immer, oder doch meist, auf den Bastard, bei

dessen Bildung jene Art mitgewirkt hatte, fort, doch nur in beschränktem Maße.

Weiter zeigte sich in der Färbung des Kelches bei den Bastarden das verschiedenste Auftreten der elterlichen Charaktere. So trat in den Fällen, wo O. macrostylis, dessen Kelchblätter braunrot berandet sind, mitgewirkt hatte, diese Berandung in den Bastarden in sehr verschiedener Weise hervor, wenn der andere Elter des Bastardes sie nicht gehabt hatte. Sie zeigte sich entweder gerade so, wie bei O. macrostylis, oder nur in schwachen, manchmal auch unterbrochenen Randstreifen, oder nur an der Basis der Kelchblätter, in anderen Fällen war das Braunrot in feinen Strichen über die ganz grüne Kelchaußenseite verteilt, oder hatte sich mit diesem Grün zu einem gleichmäßigen Bräunlichgrün vermischt; endlich zeigte sich der Kelch auch oft vollständig grün.

Ganz besondere Farbenspiele traten aber in den Blütenblättern auf. Hier kam wirklich manchmal ganz rein die Farbe von einem der beiden Eltern zum Ausdruck, in anderen Fällen zeigte sich aber eine Vermengung der beiden Farben in sehr verschiedener Weise: einmal, und zwar meistens, als wirkliche Mischung, eine Durchdringung der beiden elterlichen Farben, wo bald die eine, bald die andere mehr die Oberhand hatte, so daß die verschiedensten Schattierungen vorkamen; ein anderes Mal, und zwar seltener, kamen 2 Farben nebeneinander auf einer und derselben Blumenblattspreite vor; z. B. ein violetter Streifen am Rande eines karminroten Blattes. Die Farbenmischung bewegte sich fast immer zwischen den beiden Eltern, ging aber auch bisweilen über dieselben durch größere Dunkelheit oder Helligkeit hinaus. Nur in ganz seltenen Fällen zeigte sich eine von den elterlichen Farben oder deren Mischung ganz abweichende; so z. B. in den leuchtend roten Bastarden, welche von der dunkelviolettblütigen O. hirta und der hellvioletten O. canescens entsprangen. Ganz ausnahmsweise trat das in der Rubellagruppe von Oxalis in keiner Art vorkommende reine Weiß auf, nämlich bei einem Bastard, welcher aus der gleichen Bestäubung von O. hirta mit O. canescens entstanden war.

Auch die Kombinationen in der Färbung des Blumenblattnagels waren sehr verschieden, welcher bei den einen Arten bis auf eine kleine Stelle an der Basis rein gelb ist, bei anderen einen großen blutroten Fleck zeigt. In den Bastarden war dieser Nagel entweder so gefärbt wie bei einem der beiden Eltern, oder es zeigten sich die verschiedensten Mittelstufen.

Dann waren auch wieder die beiden Dinge, Farbe der Blumenblattspreite und Farbe des Nagels verschieden kombiniert, so daß manchmal die Blütenblätter in ihrer Ganzheit einem der beiden Eltern glichen, oder nur in einem der beiden Punkte von ihm abwichen, kurz eine ganz unglaubliche Mannigfaltigkeit, wozu auch noch der Seidenglanz der Blüten von O. canescens sich verschieden geltend machte, ebenso die Kleinheit der Blüten dieser Art.

Noch einmal sei wiederholt, daß zwar einzelne Teile der Bastarde, wie z. B. die ganzen Blüten, dem einen oder dem anderen der beiden Eltern vollständig gleich erschienen, daß aber dann jedenfalls die vegetativen Teile hier Abweichungen zeigten, entweder dem anderen Elter glichen, oder eine Zwischenbildung zwischen beiden Eltern zeigten.

Es könnte bei manchem die Frage auftauchen, ob diese Bastarde bei ihrer großen Verschiedenheit nicht etwa auch in sich, d. h. in den einzelnen Individuen eine Verschiedenheit der Organisation, sowohl in räumlicher als in zeitlicher Beziehung zeigen möchten, d. h. in einem und demselben Exemplar die zugleich gebildeten Blätter und Blüten verschieden sein, oder sich eine Verschiedenheit zwischen den Schößlingen und Blüten verschiedener Vegetationsperioden zeigen. Auf den ersten Punkt, die Frage über die räumliche Verschiedenheit, ist zu bemerken, daß diese zwar bei den Bastarden hier und da vorhanden war, sich aber nur in denselben Grenzen bewegte wie bei den Eltern, wie z. B. auch nicht alle Blätter ganz gleich geformt und behaart an einem Individuum sind, oder die Blüten sich nicht in allen Punkten vollständig gleichen.

Die zweite Frage wurde dadurch erledigt, daß an den Bastarden, welche im Herbst 1887 zuerst in Blüte beobachtet wurden, in ihrer neuen Vegetationsperiode zur Herbstzeit 1888, wo sie sich noch dazu durch Zwiebelbrut stark vermehrt hatten, sich in keiner Weise von dem eine Verschiedenheit an den einzelnen Exemplaren zeigte, was ich im Herbst 1887 über sie aufgeschrieben hatte.

Was endlich die Fruchtbarkeit der vorliegenden Bastarde angeht, so wurden darüber keine eingehenden Beobachtungen angestellt, nur soviel ergab sich nach den vorgenommenen Experimenten als sicher, daß an allen die weiblichen Organe funktionsfähig waren, aber auch die männlichen schienen es ebenfalls zu sein. Nähere Beobachtungen auf diesem Gebiet, sowie über die Beschaffenheit der durch solche Bestäubungen der Bastarde unter-

einander, sowie mit ihren Eltern erzeugten Pflanzen sind noch anzustellen.

Aus dem Umstande, daß die in der Rubellagruppe von Oxalis erzeugten Bastarde, wie so eben angeführt, aller Wahrscheinlichkeit nach alle unter sich fruchtbar sind, könnte man versucht sein anzunehmen, daß sie in freier Natur leicht Bestand haben würden und so sich dauernde Mittelglieder zwischen den einzelnen Spezies in freier Natur finden. Hiergegen ist aber dies einzuwenden, daß im wilden Zustande der Arten, d. h. in ihrer Kapheimat, wohl immer die 3 Formen derselben Art zusammen vorkommen werden, und nun, wenn auch eine Bestäubung mit anderen benachbarten Arten durch Insekten ermöglicht und bewirkt wird, doch der Pollen der eigenen Art den fremden in seiner Wirkung überflügeln wird, wodurch also die Art rein sich fortpflanzen und die Bastardierung nicht eintreten wird.

Anders verhält sich die Sache bei unseren Kulturen, wo bekanntermaßen von der einen Spezies nur die eine Form, von der anderen die andere gezogen wird — O. rubella bildet die einzige Ausnahme — und nun der Bastardierung durch die Beihilfe der Insekten Thür und Thor offen steht, während die fruchtbringenden Bestäubungen innerhalb derselben Spezies ausgeschlossen sind. Infolge hiervon können nun Bastarde entstehen, welche durch ihre Fruchtbarkeit untereinander den Eindruck machen, als ob sie Spezies seien; und wirklich scheinen Fälle vorzuliegen, wenn auch in anderen Gruppen der Oxalisgattung, daß man solche Bastarde für Spezies angesehen hat und noch ansieht.

Diese Verhältnisse der Bildung fruchtbarer Bastarde innerhalb der Rubellagruppe von Oxalis bei unseren Kulturen, welche Bildung aber schwerlich in der Kapheimat der Arten eintreten wird, liefern eine Mahnung dazu, daß man sich hüten sollte, von den unter Kultur befindlichen Pflanzen Schlüsse auf das Verhalten dieser in ihrem wilden Zustande in ihrer Heimat zu ziehen. Derartige Umstände sind in den letzten Zeiten oft sehr wenig berücksichtigt worden und haben wohl zu manchen Gedanken und Spekulationen über die Entstehung der Arten Veranlassung gegeben, welche sich bei Beobachtungen, und oft wiederholten Beobachtungen in freier Natur als hinfällig erweisen würden.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXV.

Fig. 1—3 in natürlicher Gröfse.

Fig. 1: Blatt von Cistus laurifolius.

Fig. 2: Blatt von Cistus ladaniferus.

Fig. 3: Blatt eines Bastardes zwischen diesen beiden Arten.

Fig. 4 10 in verkleinertem Mafsstabe.

Fig. 4: Blatt von Chamaedorea Schiedeana.

Fig. 5: Blatt von Chamaedorea Ernesti Augusti.

Fig. 6—10: Blätter von Bastarden zwischen diesen beiden Arten, siehe S. 451.

Tafel XXVI.

Fig. 1—15 bei 280facher Vergröfserung.

Fig. 1—7: Haarbildungen von Abutilon Tonellianum: Fig. 1—4 vom Blattstiel, Fig. 5 vom Kelchgrund, Fig. 6 vom Fruchtknoten, Fig. 7 von der Basis eines Blumenblattes.

Fig. 8—12: Haare der Blätter von Cistus laurifolius: Fig. 8 u. 9 von der Oberseite, Fig 8 u. 8 a von zwei verschiedenen Seiten aus gesehen; Fig. 10—12 von der Blattunterseite.

Fig. 13—15: Haare der Blätter von Cistus ladaniferus: Fig. 13 u. 14 von der Oberseite, Fig. 15 von der Unterseite.

Fig. 16—18 in natürlicher Gröfse: Fig. 16 Kelchblatt von Cistus ladaniferus, Fig. 17 Kelchblatt von einem Bastard zwischen Cistus ladaniferus und Cistus laurifolius.

Fig. 18: Kelchblatt von Cistus laurifolius.

Fig. 19 etwa 200 fach vergröfsert, Haarbildung von einem Bastard zwischen Oxalis tetraphylla und O. latifolia, s. S. 472.

Fig. 20. Mittelbildung zwischen einem drei- und einem vierzähligen Blatt von einem Bastard zwischen Oxalis tetraphylla und O. latifolia, natürliche Gröſse.

Fig. 21. Blumenblätter von Bastarden zwischen Oxalis articulata und O. lasiopetala; die schattierten Stellen zeigen die violette Färbung an, die nicht schattierten die rosenrote.

Frommann'sche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena. — 534

Zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte von Nematoxys ornatus Duj.

Von

Dr. von Linstow
in Göttingen.

Hierzu Tafel XXVII.

Ascaris brevicaudata Bufonis viridis RUDOLPHI [1]).
Oxyuris ornata DUJARDIN [2]).
Ascaris commutata DIESING [3]).
Oxyuris ornata Duj. DIESING [4]).
Ascaris commutata MOLIN [5]).
? Oxyuris ornata WALTER [6]).
Oxyuris ornata WEINLAND [7]).
Cosmocerca commutata und ornata DIESING [8]).
Nematoxys ornatus SCHNEIDER [9]).

---

1) Entozoorum Synopsis, Berolini 1819, pag. 284.
2) Histoire des Helminthes, pag. 144—145, pl. V, Fig. G.
3) Systema helminthum II, Vindobonae 1851, pag. 152.
4) ibid. pag. 141—142.
5) Sitzungsber. d. k. Akad. d. Wissensch. Wien, XXXIII, 1855, pag. 296—297.
6) Zeitschr. für wissenschaftl. Zoolog. VIII, Leipzig 1856, pag. 163—201, Taf. V—VI; IX, pag. 1—11, Taf. XIX.
7) Württemb. naturw. Jahreshefte, Stuttgart 1859, XV, pag. 97—99, c. tab.
8) Revision d. Nematoden, Wien 1861, pag. 645—646.
9) Monographie der Nematoden, Berlin 1866, pag. 112—113, 203; Taf. XII, Fig. 5, Taf. XVII, Fig. 3.

Nematoxys ornatus v. Linstow [1]).

Cosmocerca ornata v. Drasche [2]).

Die Art lebt im Rectum von Rana temporaria, Rana esculenta, Bufo viridis und Bufo cinereus; Weinland fand sie einmal encystiert in der Leber von Bufo viridis.

Man findet die Tiere der Schleimhaut des Rectums eng angeschmiegt liegend, bringt man sie aber in Wasser, so bewegen sie sich hier mit schlängelnden Bewegungen auf das lebhafteste und zeigen damit, wie wenig wohl sie sich in diesem Medium fühlen; im Wasser bleiben sie 4—6 Tage am Leben und die Weibchen deponieren hier viele Eier mit völlig entwickelten, lebenden Embryonen oder freie Embryonen, sind also ovovivipar; die zarten, hyalinen Eihüllen werden von den Embryonen sofort verlassen, und die Zahl der von einem Weibchen in 24 Stunden durchschnittlich geborenen Embryonen beträgt etwa 16.

Die Eier.

Die dünnhäutigen Eier sind 0,12 mm lang und 0,88 mm breit; Dujardin giebt ihre Länge zu 0,09 mm an; über ihre Befruchtung und Entwicklung wird später berichtet werden.

Die Embryonalform (Fig. 1).

Die lebhaft im Wasser sich bewegenden Embryonen sind 0,60 bis 0,63 mm lang und 0,029 mm breit; der deutlich erkennbare Oesophagus nimmt $\frac{1}{3,8} - \frac{1}{4}$ der Gesamtlänge ein und wird von vorn nach hinten zu stets ein wenig breiter, ein Bulbus mit Ventilzähnen am Ende ist nicht vorhanden; das Kopfende ist in keiner Weise ausgezeichnet, der Anus ist durch eine kleine Prominenz angedeutet, der Darm aber von dicht gedrängten, glänzenden Kügelchen verdeckt; von einer Geschlechtsanlage bemerkt man nichts; das nach hinten verjüngte Schwanzende ist am Ende abgerundet; der Schwanz mißt $\frac{1}{7,1} - \frac{1}{8}$ der Gesamtlänge.

Die Larvenform.

Wie die erwachsenen Weibchen bleiben auch die Embryonen

1) Archiv für Naturgesch. 1877, I, pag. 181, Taf. XII, Fig. 11.

2) Verhandl. d. zool.-botan. Gesellsch. Wien 1882, pag. 121—123, Taf. VII, Fig. 1—4.

im Wasser einige Tage am Leben, wachsen auch bis auf 0,72 mm Länge, um dann zu sterben; ebensowenig gelingt es, sie in reiner Erde weiter zur Entwicklung zu bringen, doch erreichte ich die Weiterentwicklung, als ich die im Rectum von Rana temporaria enthaltenen schwärzlichen Exkremente mitsamt einer Anzahl reifer Weibchen in ein Uhrgläschen legte und die Masse mit einem Rand von Erde umgab, das ganze mäßig feucht hielt und mit einem Uhrgläschen von derselben Größe zudeckte; atmosphärische Luft ist nötig zur Entwicklung. Nach 24 Stunden schon sind die Tiere (Fig. 2 und 2a) 0,75 mm lang und 0,029 mm breit geworden; der Oesophagus nimmt $\frac{1}{4,9}$, der Schwanz $\frac{1}{7}$ der ganzen Länge ein; die den Darm verdeckenden Kügelchen sind viel sparsamer geworden, so daß der Darm deutlich sichtbar ist; am Kopfende bemerkt man 3 schwach entwickelte Lippen, der Oesophagus hat 2 Anschwellungen und in der hinteren sieht man Ventilzähne; die Anus-Öffnung ist prominent, das Schwanzende wie bisher abgerundet.

Daß die Art bei der Entwicklung keinen Zwischenwirt aufsucht, ist schon aus dieser Beobachtung wahrscheinlich, da keine eingekapselte Nematodenlarve einen rhabditis-artigen mit Ventilzähnen versehenen Oesophagus-Bulbus hat. Im Darminhalt des Frosches finden sich häufig die Eier von Angiostomum nigrovenosum, dem bekannten Lungenparasiten, die sich in demselben Medium sehr rasch entwickeln; die Embryonalform ist aber mit der von Nematoxys ornatus nicht zu verwechseln; sie ist 0,9 mm lang und 0,052 mm breit. Der Ösophagus mißt $\frac{1}{5}$, der Schwanz $\frac{1}{12,5}$ der Tierlänge; diese Form ist also viel breiter, der Schwanz ist weit kürzer, man findet einen auffallenden, von parallelen Wandungen begrenzten Mundbecher und die Tiere sind schon nach 48 Stunden geschlechtsreif, so daß unliebsame Täuschungen leicht zu vermeiden sind; die Embryonalform hat außerdem schon eine deutliche Geschlechtsanlage und das Schwanzende ist zugespitzt, der Darm zeigt ein geschlängeltes Lumen.

Am 2. Tag beträgt bei Nematoxys ornatus die Länge 1,00 mm und die Breite 0,036 mm, Oesophaguslänge $\frac{1}{5}$, die des Schwanzes $\frac{1}{7,6}$.

Am 3. Tage betragen die Maße 1,2 und für Oesophagus und Darm $\frac{1}{6,6}$ resp. $\frac{1}{7,8}$.

Die Länge ist am 4. Tage auf 1,27 mm, die Breite auf 0,054 mm gewachsen; der Oesophagus mißt $\frac{1}{5,9}$, der Schwanz $\frac{1}{7,6}$; die Darmwand ist mit glänzenden Kügelchen dicht durchsetzt, während der ganze übrige Körper hyalin erscheint; das Schwanzende ist abgerundet, eine Geschlechtsanlage fehlt.

Am 5. Tage beträgt die Länge 1,33 und die Breite 0,048 mm; nunmehr häutet sich die Larve (Fig. 3 und 3a); überall am ganzen Körper bemerkt man einen doppelten Kontur der Cuticula und an Kopf- und Schwanzende sieht man deutlich, wie der Körper von der abzustreifenden Haut umgeben ist; das unter derselben neugebildete Schwanzende ist nicht rundlich, sondern zugespitzt. Während die Embryonalform ganz von stark lichtbrechenden Kügelchen verdunkelt war, sind diese bei den Larven gänzlich auf den Darm beschränkt, der von einem breiten, hyalinen Rande, den Muskeln und der Cuticula entsprechend, begrenzt ist, wie auch der Oesophagus- und Schwanzteil hyalin sind. Die Bewegungen der Larven sind kräftig und rasch hingleitend.

Am 6. Tage beträgt die Länge 1,42 und die Breite 0,042 mm, die Oesophaguslänge beträgt $\frac{1}{5,6}$, die Schwanzlänge $\frac{1}{9}$; die Häutung ist vollendet und das Tier ist gegen früher durch das spitze Schwanzende unterschieden; die Ventilzähne des Oesophagus sind verschwunden. In der Mitte des Oesophagus treten 8 große, glänzende Kugeln auf, welche an der Stelle des später sich entwickelnden Nervenringes liegen (Fig. 4a); als Kerne der Bildungszellen desselben können sie aber nicht angesehen werden, diese Zellen selbst sind auch nicht erkennbar, da sie sich nicht färben und chemisch Fetttropfen entsprechen, doch werden sie immerhin als Bildungsmaterial des Zentralnervensystems gelten können; sie sind in Gruppen von je 2 nebeneinander angeordnet.

Am 7. Tage beträgt die Länge 1,52 mm, die Breite 0,040 mm; das Kopfende ist gerade abgestutzt; die 8 Kugeln sind sehr deutlich und auffallend; mitunter liegen sie völlig symmetrisch, so daß in der Seitenlage die einen 4 die anderen völlig decken; die Ventilzähne sind wieder sichtbar geworden.

Die Länge ist am 8. Tage auf 1,55 mm, die Breite auf 0,042 mm gewachsen; der Oesophagus nimmt $\frac{1}{6}$, der Schwanz $\frac{1}{9,5}$ der Gesamtlänge ein; zwischen Darm und Muskelschicht tritt eine körnige Lage auf (Fig. 4) und hinter der Körpermitte wird die

Geschlechtsanlage in Form einer hyalinen, spindelförmigen Stelle an der Bauchseite des Darms deutlich; sie liegt so, daß der durch sie gebildete vordere Körperabschnitt sich zum hinteren verhält wie 14 : 11.

Am 9. Tag beträgt die Länge 1,57 und die Breite 0,042 mm; Oesophagus und Schwanz messen $\frac{1}{6}$, resp. $\frac{1}{9,3}$.

Eine Größenzunahme findet von nun an nicht mehr statt. Doch zeigt sich insofern eine Veränderung, als mit dem 12. Tage die Zellen des Darmes deutlich werden (Fig. 4).

Die Entwicklung der Larven ist demnach eine ungemein rapide; in 9 Tagen ist die Größe von 0,60 mm auf 1,57 mm gewachsen; der Oesophagusteil nimmt nicht in demselben Verhältnis wie der Darmteil am Wachstum Teil, denn er verkleinert sich von $\frac{1}{3,8}$ auf $\frac{1}{6}$, und der Schwanzteil von $\frac{1}{7,1}$ auf $\frac{1}{9,3}$ der ganzen Länge, während auch die Breite nur von 0,029 auf 0,042 mm wächst.

Eine Austrocknung, auch nur von einigen Sekunden, vertragen die Larven nicht.

Die beiden Geschlechter kann man in den Larven nicht unterscheiden, trotzdem ist sicher, daß die angegebenen Maße sich nur auf solche beziehen, aus denen sich Weibchen entwickeln, denn die kleinsten im Froschdarm gefundenen Männchen waren nur 0,98 mm lang, die Weibchen dagegen 1,61 mm.

Die Entwicklung.

Überträgt man ungehäutete Larven in Frösche, so sterben sie hier bald; man findet sie zwar einige Tage nach der Fütterung im Rectum lebend oder tot wieder, eine Entwicklung zur Geschlechtsreife aber findet nicht statt; anders, wenn man gehäutete Larven überträgt, deren Darmzellen bereits deutlich geworden sind.

Am 5. Tage nach der Fütterung ist das Männchen 0,98 mm lang und 0,066 mm breit geworden; der Oesophagus mißt $\frac{1}{3,4}$, der Schwanz $\frac{1}{8,6}$; die Breite hat also sehr erheblich zugenommen, die Länge kaum; an der Bauchseite findet man 2 Reihen von je 5 eigentümlichen Apparaten, die aus einem Ringe bestehen, an denen sich nach der Schwanzseite zu 5—7 Kügelchen zeigen, die zum Teil durch Stiele mit dem Ringe verbunden sind (Fig. 5 und 6); sie sind nicht paarweise geordnet, denn die eine Reihe fängt weiter

nach vorn an, die andere hört dichter vor der Kloake **auf**; in der Gegend der hinteren Hälfte dieser Apparate bildet sich eine 0,13 mm lange Samenblase von länglicher Form.

Es ist wohl unzweifelhaft, daß Frösche und Kröten viele Gelegenheit haben, die in der feuchten Erde lebenden Larven mit ihrer Nahrung zu fressen, da man viel Erde, Sand und kleine Steinchen in Magen und Darm bei ihnen findet.

Bald wächst die Länge des Männchens auf 1,02 mm, die Breite auf 0,1 mm; Oesophagus und Darm sind $\frac{1}{3,9}$ resp. $\frac{1}{7}$ der ganzen Länge groß.

Das Weibchen ist am 6. Tage nach der Fütterung 1,61 mm lang und 0,084 mm breit; der Oesophagus mit deutlich und stark entwickeltem Bulbus am Ende hat Ventilzähne und mißt $\frac{1}{4,6}$ der ganzen Länge, der zugespitzte Schwanz $\frac{1}{8,9}$; das ganze Tier ist hyalin und ungemein zart; die Genitalanlage ist 0,16 mm lang und ist das Tier nur durch seine Größe als Weibchen kenntlich; die Kerne der Muskelzellen sind deutlich, ebenso die Darmzellen und die Analdrüsen; von dem Exkretionsapparat ist nichts bemerkbar; zu jeder Seite des Oesophagus an Stelle der früher vorhandenen glänzenden Kügelchen liegen 4 große, hyaline, zarte, gekernte Zellen, offenbar die Bildungszellen des Zentralnervensystems.

Einige Tage weiter ist das Weibchen auf die Länge von 1,82 mm gewachsen, während die Breite 0,11 mm beträgt; wie beim Männchen beschränkt sich die Zunahme auch hier also fast nur auf ein Dickenwachstum; die relative Länge des Oesophagus beträgt $\frac{1}{4,6}$, die des Schwanzes $\frac{1}{8}$; der Darm ist in seiner hinteren Hälfte verschmälert; am Kopfende sind kleine Lippen sichtbar, der Oesophagus-Bulbus mit seinen Zähnen ist sehr entwickelt; die Geschlechtsanlage ist größer geworden; das ganze Tier ist sehr zart und zeigt im Innern plasmatische Fetttropfen; die Bewegungen sind langsam; aus der schlanken Larvenform ist eine spindelförmige geworden. Ist das Weibchen auf 3,4 mm Länge gewachsen, wobei die Breite 0,096 mm und die relative Länge des Oesophagus $\frac{1}{8}$, die des Schwanzes $\frac{1}{19}$ beträgt, so treten die Anlagen der Exkretionsgefäße an der Bauchseite des Anfangsteils des Darms als 2 flaschenförmige Organe auf (Fig. 16), deren dünnes Ende nach hinten gerichtet ist; jetzt wird die hinter der Körper-

mitte liegende Vulva sichtbar, die den vorderen Körperabschnitt im Verhältnis von 34 : 23 vom hinteren trennt; vom Uterus sieht man nur eine Andeutung. Nunmehr findet eine zweite Häutung statt, und auch in dieser Periode verschwinden die Ventilzähne des Oesophagus-Bulbus. Die Häutungen wird man auffassen müssen als Exfoliationen der oberflächlichen Ektodermbildungen, wie ja auch Oesophagus und Rectum Ektoderm-Einstülpungen sind; nur die vordere Hälfte des Oesophagus aber bis zum Nervenringe soll nach HALLEZ vom Ektoderm abstammen, so daß das Verschwinden der Ventilzähne im Oesophagus-Bulbus während der beiden Häutungsperioden eine andere Erklärung finden muß.

Die Exkretionsöffnung persistiert nicht etwa aus der Embryonalzeit als Prostoma, der Lücke im Ektoderm im Sandalen-Stadium, sondern tritt spät auf, später als die beschriebenen flaschenförmigen Anlagen der Gefäße; zwischen Darm und Muskulatur gelegen werden sie als eine Mesodermbildung aufzufassen sein.

Die geschlechtsreife Form.

Beiden Geschlechtern gemeinsame Charaktere.

Die Cuticula, außen von einer unmeßbar feinen Schicht bedeckt, ist in Abständen von 0,0035 mm quergeringelt; ihre Dicke beträgt 0,0066 mm; seitlich beginnt jederseits dicht hinter dem Kopfe bei einem 7,5 langen Weibchen in einer Entfernung von 0,1 mm vom Kopfende eine starke Seitenleiste von keilförmigem Querschnitt; die Höhe beträgt 0,065 mm und die Breite an der Basis 0,046 mm; sie liegt zwischen die beiden Schichten der Cuticula eingeschaltet und ist durch eine von der Spitze ausgehende Linie geteilt, die sich kurz vor der Basis in 2 Äste teilt (Fig. 29 *a*).

Der Innenfläche der Cuticula legt sich eine 0,007 mm dicke Muskelschicht an, welche in der Rücken-, der Bauch- und den beiden Seitenlinien unterbrochen ist, so daß 4 Längsfelder entstehen (Fig. 29, *e*); die Muskelzellen sind typisch für SCHNEIDER's Meromyarier und bestehen aus großen, rhombischen Zellen von durchschnittlich 1,1 mm Länge und 0,096 mm Breite; sie enthalten einen 0,011 mm großen, kugelförmigen Kern mit einem 0,0048 mm großen Kernkörperchen; von der Fläche gesehen erscheinen sie längsgestreift, eine Zeichnung, welche durch senkrecht auf die Innenfläche der Cutis in der Längsrichtung verlaufende Leisten der kontraktilen Substanz entsteht; die Marksubstanz zeigt eine feine, netzförmige, in allen Richtungen verlaufende Faserung.

Am Kopfende stehen 3 Lippen, eine obere Rückenlippe und 2 symmetrische nebeneinander an der Bauchseite (Fig. 17); sie sind durch einen fortlaufenden Chitinbogen, der in jeder Lippe eine Schlinge nach vorn hat, gestützt (Fig. 14 und 15), welcher zu federn scheint und eine zu weite Entfernung der Lippen voneinander zu hindern bestimmt sein wird; am Vorderende einer jeden Lippe steht eine große Papille und dahinter jederseits eine kleinere. Von der Scheitelfläche betrachtet ist die Mundöffnung dreieckig und von einem schmalen Chitinsaum umgeben (Fig. 17). Die Ober- oder Rückenlippe zeigt außerdem einen hyalinen, rundlichen Aufsatz, dessen scharfe, doppelte Seitenkontouren wie Haken erscheinen (Fig. 14 und 15).

Der Oesophagus beginnt mit einer kurzen Strecke, die aus einem von einem Chitinrohr durchbohrten Muskelschlauch besteht; dann wird das Chitinrohr plötzlich viel stärker und geschlängelt; auf Durchschnitten erkennt man, daß das Lumen dreiseitig ist (Fig. 18) und die 3 Schenkel je in eine Röhre sich erweitern, welche auf Querschnitten wie eine blasige Erweiterung erscheint; 3 Muskelmassen legen sich an das Chitinrohr, die nicht fortlaufende Stränge bilden, sondern aus lauter übereinander gelagerten Scheiben (Fig. 20) bestehen; die Räume, welche die 3 Muskelmassen zwischen sich lassen, werden durch 3 drüsige Stränge ausgefüllt. Die Wirkung der Muskeln ist offenbar die, daß sie sich durch ihre Kontraktion bestreben, das Oesophaguslumen zu einem cylindrischen zu erweitern und auf diese Weise eine kräftige Saugwirkung ausüben. Am Ende schwillt der Oesophagus zu einem starken, kugelförmigen Bulbus mit Ventilzähnen an; dieselben bestehen aus 3 dreieckigen Lamellen (Fig. 19), an die sich im rechten Winkel nach außen an der Basis eine schmale Lamelle ansetzt, welche unten mehrere mit Muskeln in Verbindung stehende stäbchenartige Fortsätze zeigen; die dreieckigen Lamellen sind um ihre Basallinie drehbar, und wenn die 3 Spitzen derselben sich an einander legen, so ist ein Abschluß hergestellt, der für das Saugwerk, wie der Oesophagus es darstellt, den abwechselnd sich öffnenden und schließenden Ventilapparat abgiebt.

Der Darm ist durch braune Kügelchen mit hellerem oder dunklerem Kern (Fig. 26) braun gefärbt; er besteht aus einer zarten Hüllmembran und aus großen, rundlichen, gekernten, in Längs- und Querreihen gruppierten Zellen.

Das letzte Ende des Darms, bei einem 6,6 mm langen Weibchen 0,16 mm groß, entbehrt der zelligen Wandungen (Fig. 32);

man kann es als Rectum bezeichnen, und an diesen Darmteil legen sich große, rundliche, ein- und mehrkernige Zellen, wie sie ähnlich bei Ascaris und anderen Gattungen gefunden werden; an die Außenwand des Rectums setzen sich Muskeln (Fig. 32, *c*), welche die Wandungen voneinander entfernen, also ein Lumen herstellen und den Exkrementen den Durchgang ermöglichen.

In die kleine Mundhöhle münden zwei lange, links und rechts vom Oesophagus liegende Drüsenschläuche (Fig. 21, *a*).

Die Anordnnng der die Cuticula bedeckenden zahlreichen Papillen ist nach den Geschlechtern eine verschiedene; beiden Geschlechtern gemeinsam ist eine Papillenreihe, welche längs der ganzen Rücken- und der ganzen Bauchlinie hinzieht; die letztere hört beim Männchen vor den Chitinapparaten auf; an Spirituspräparaten sind diese Papillenreihen schwer oder gar nicht sichtbar, sehr deutlich aber an lebenden Exemplaren, die genau auf der Seite liegen, wo man beide Reihen gleichzeitig durch die Prominenz erkennt; zwei Papillen stehen ferner in den Seitenlinien in der Höhe des Oesophagus-Bulbus. Die Abstände der Papillen in der Rücken- und Bauchlinie betragen bei erwachsenen Exemplaren 0,0068—0,013—0,016 mm; schon 0,11 mm vom Kopfende entfernt beginnen sie.

In der Bauchlinie, bald in der Höhe des Oesophagus-Bulbus, bald etwas vor, bald etwas hinter demselben, findet man ein kugelförmiges Organ mit einer queren, linearen Mündung nach außen (Fig. 21, *b*), die Exkretionsgefäßöffnung, in welche von hinten her 2 starke, 0,01 mm breite und zwei dünnere von vorn her einmünden; die Mündung ist 0,82 mm breit bei einem 6,4 mm großen Weibchen.

Das Zentralnervensystem ist mächtig entwickelt; zwei große, spindelförmige Ganglien (Fig. 20) liegen links und rechts von der hinteren Hälfte des Oesophagus, die aus großen, deutlichen Nervenzellen zusammengesetzt sind; alle Zellen sind gekernt; bei Zupfpräparaten bekommt man das Organ mitunter in seiner ganzen Ausdehnung intakt zu Gesicht; vorn werden die beiden Ganglien durch eine ringförmig den Oesophagus umgebende, 0,023 mm breite Kommissur verbunden; nach vorn gehen 2 Nervenstämme (Fig. 20) nach dem Kopfende, nach hinten zunächst 2 kurze an den Oesophagus, jedes Ganglion aber geht hinten in einen starken, 0,007 mm breiten Nerv über, der sich weit nach hinten verfolgen läßt, ein 0,003 mm breiter verliert sich jederseits an dem Oesophagus-Bulbus (Fig. 21).

Das Männchen.

Das Männchen trägt das Schwanzende hakenförmig eingekrümmt, was die Untersuchung sehr erschwert, wenn man bei derselben das ganze Tier von der Bauchfläche her betrachten will. die Größe beträgt 1,44—2,39—3—4 mm; Die Breite 0,14—0,19—0,25—0,27 mm; der Oesophagus mißt $\frac{1}{5,3} - \frac{1}{6,3} - \frac{1}{6,6}$ (bei dem 4 mm langen Exemplare) $\frac{1}{10}$ der Gesamtlänge, der Schwanz $\frac{1}{16,6} - \frac{1}{13,3} - \frac{1}{12}$ derselben; die äußerste, 0,02 mm lange Schwanzspitze ist nadelartig fein ausgezogen; die großen, 4 mm lange Exemplare verdanke ich der Güte des Herrn Prof. Dr. v. Marenzeller, welcher die große Freundlichkeit hatte, mir dieselben aus dem Wiener Hofmuseum zum Vergleiche zu schicken; es sind die Originalexemplare Diesing's, Molin's und v. Drasche's.

Die Cirren sind sehr klein und zart und leicht zu übersehen; sie sind stäbchenförmig und gleich lang und liegen in dem auffallenden Stützapparat, der von der Seite gesehen (Fig. 24) hakenförmig erscheint; er ist 0,11 mm lang und 0,039 mm breit; an die Basis setzt sich ein Musculus protrusor und an die Spitze ein M. retractor; dieser Stützapparat ist es also, der bewegt wird und eigentlich als Cirrus funktioniert, denn er kann 0,026 mm weit aus der Kloake vorgesteckt werden (Fig. 23, *a*).

Der Hoden beginnt mit einer Breite von 0,024 mm 0,78 mm vom Schwanzende entfernt und verläuft bis 1,56 mm vom Kopfende, wo er wieder nach hinten zurückbiegt und nun zu der Samenblase anschwillt, die sich 0,8 mm vom Schwanzende zu dem Vas deferens verschmälert. Der Hoden ist 0,036 mm breit, während die Samenblase einen Durchmesser von 0,075 mm hat.

Sehr charakteristisch und merkwürdig ist eine Anzahl von in 2 parallelen Längsreihen an der Bauchseite vor der Kloake stehenden Chitinapparaten, welche einen komplizierten Bau haben. Sie bestehen aus einem ventralen Ringe, um den sich radienförmig außen 20—22 Strahlen setzen, und dieser Strahlenkranz wird wiederum außen von einem ähnlichen eingefaßt; nach vorn und hinten wird der Ring von einer länglichen, mit Quereindrücken versehenen Zunge gestützt, und erkennt man im seitlichen Bilde, daß diese beiden Zungen knieförmig gegeneinander gebogen sind (Fig. 13); die Anzahl dieser Apparate variiert; an hiesigen

Exemplaren fand ich konstant die Zahl 10, an den Wiener Exemplaren aber bis zu 16. Das Entstehen dieser Apparate habe ich in den Figg. 5—12 wiedergegeben; um den zuerst auftretenden Ring setzen sich im Kreise Kügelchen, die dann durch Stäbchen mit dem Ringe verschmelzen; die beiden zungenförmigen Stützen messen 0,062 mm; an hiesigen Exemplaren zählt ich 5—11 Kügelchen oder Stäbchen, während die Zeichnung mit 2 vollen Stäbchenkreisen nach Wiener Exemplaren angefertigt sind, wie ich überhaupt, während die Weibchen robuste, sich lebhaft bewegende Tiere waren, die Männchen stets nur zart und hyalin gefunden habe; nur ihr Darm war braun gefärbt. Im seitlichen Bilde sieht man den inneren Strahlenkreis etwas über den äußeren ins Freie ragen (Fig. 13), während der Ring im Zentrum noch etwas weiter vorragt; ob ein aus dem Innern des Körpers in das Zentrum hineintretender feiner Strang ein Nerv ist, muß ungewiß bleiben. Ebenso unklar ist die Funktion dieser Organe; vielleicht sind sie Reizorgane für das Weibchen, bestimmt, bei der Copula eine Rolle zu spielen.

Organe, welche den hier besprochenen ähnlich sind, besitzt nur noch Nematoxys longicauda, sonst keine mir bekannte Form aus dem großen Kreise der Nematoden, d. h. der parasitischen; bei den freilebenden finden wir ähnliche Bildungen bei dem im Meere lebenden Genus Eurystoma wieder, wo vor der männlichen Kloake in der Bauchlinie hintereinander 2 solcher Körper stehen. Auch hier sieht man einen Chitinring, welcher von 2 knieförmig gegeneinander gebogenen Zungen gestützt wird, deren freies Ende also auch hier weiter von der Cuticularoberfläche entfernt ist, als die mit dem Ringe verwachsene Basis, wo beide einen stumpfen Winkel miteinander bilden [1]).

Die Seitenleiste hört etwa bei dem mittleren Chitinapparat auf.

Am äußersten Schwanzende stehen jederseits 2 Papillen, ferner dicht hinter der Kloake jederseits 2 und 1 etwas dahinter an der Bauchfläche (Fig. 23); etwas nach außen von den Submediallinien

---

1) Eurystoma filiforme de Man, Mém. Soc. zoolog. de France, t. I, fasc. I, Paris 1888, pag. 24—28, pl. III, fig. 13 *b*.

Eurystoma (Enoplus) ornatum Eberth, Unters. über Nematoden, pag. 40—41, Taf. V, Fig. 5; = Eur. tenue Marion, Rech. zool. et anat. des Nématodes non parasites marins, pag. 20—21, pl. E, fig. 1; = Eur. (Oncholaimus) assimile de Man, Contrib. à la connaiss. des Nématodes du golfe de Naples, pag. 8, pl. VII, fig. 5.

jederseits 16, davon 8 prä-, 8 postanal, und in den Seitenlinien je 6, 3 prä- und 3 postanal.

Stark entwickelte, parallele Muskeln gehen am Schwanzende (Fig. 23, *f*) jederseits von außen und vorn nach innen und hinten; sie mit den Chitinapparaten in Verbindung zu denken, geht kaum an, da andere Nematoden, denen solche Apparate fehlen, dieselben Muskeln in starker Entwicklung zeigen, z. B. Dorylaimus stagnalis; sie werden die Bauchfläche bei der Copula abplatten.

Die Spermatozoen sind kugelförmig, granuliert, mit glänzendem Kerne versehen, und messen 0,0066—0,0098 mm (Fig. 25).

Das Weibchen.

Das erwachsene Weibchen ist 6,4—6,6 mm lang und 0,42— 0,56 mm breit; der Oesophagus nimmt, $\frac{1}{11}$ — $\frac{1}{12}$, der Schwanz $\frac{1}{14}$ — $\frac{1}{18}$ der ganzen Länge ein. Die Seitenleisten reichen bis zur plötzlichen Verjüngung des Schwanzes über den After hinaus nach hinten und 0,1 mm nach vorn von dieser Stelle stehen an der Bauchseite hinter dem Anus 2 Papillen nebeneinander.

In der Bauchlinie verläuft ein 0,02 mm breites Band in der Cuticula (Fig. 22) mit regelmäßig den Grenzen der Hautringe parallelen Querleisten.

Etwa an der Mitte des dünnen Schwanzendes bemerkt man seitlich schräg nach hinten und außen verlaufende Stämmchen (Fig. 27), welche die Cuticula durchsetzen; ob es gestielte Papillen oder feine Kanäle sind, konnte nicht mit Sicherheit bestimmt werden.

Die Vulva (Fig. 31) ist ein 0,066 mm breiter Querspalt, der von einer elliptischen Chitinscheibe umgeben ist; sie liegt in der Bauchlinie etwas hinter der Körpermitte, und zwar teilt sie den Körper so, daß sich der dadurch gebildete vordere Körperabschnitt zu dem hinteren wie folgende Zahlen verhält: 29:25; 17:14; 14:; 15:14; 20:17; 11:8; stets liegt die Vulva also in der hinteren Körperhälfte und bei jungen Weibchen sind die sie umgebenden Ränder prominent. Die Geschlechtsröhre besteht aus Vagina, Uterus und Ovarium; zwischen die beiden letzteren ist ein Receptaculum seminis eingelagert, das durch dünne Röhren, Tuben, mit beiden in Verbindung steht. Die Vagina ist einfach, die übrigen Organe aber sind doppelt vorhanden.

Von der Vulva entspringt die Vagina als 0,048 mm breites Rohr und verläuft von hier eine kurze, nur 0,17 mm lange Strecke

nach vorn, um dann nach dem Schwanzende gerichtet weiterzuziehen; die Länge der Vagina beträgt 0,72 mm, und an das Ende inserieren sich die beiden Uteri; am Ende ist sie 0,12 mm breit.

Die Ovarien beginnen als nur 0,024 mm breite Röhren (Fig. 28) und an dem äußersten Ende findet sich, ähnlich wie bei den Ovarien der Lepidopteren, außerhalb des eigentlichen Ovarialschlauchs eine große Bildungszelle; in dem mittleren Teile des Ovariums liegen die Eikerne (Fig. 30, *a*) eng aneinander gepreßt als polyedrische Körper mit verhältnismäßig großem Kern, der hier etwa 0,008 mm mißt, während die Zelle einen Durchmesser von 0,016 mm hat; schließlich schwillt das Ovarium zu einer Breite von 0,19 mm an und die in ihm enthaltenen Eizellen sind 0,084 mm groß, während ihr kugelförmiger Kern 0,023 mm mißt. Das Rohr verengert sich nun zu einer 0,36 mm langen und 0,06 mm breiten Tuba, die nicht lediglich als Verbindung zwischen Ovarium und Receptaculum seminis dient; die durchpassierenden Eier müssen hier mit einem Sekret der Wandungszellen in Berührung kommen, denn augenscheinliche Drüsenzellen, schräg auf die Wandung gestellt, mit ovalen 0,007 mm großen Kernen, ragen in das Lumen hinein (Fig. 30, *b*).

Das nun folgende birnförmige Receptaculum seminis (Fig. 30, *c*) ist 0,54 mm lang und 0,23 mm breit; das dickere Ende ist dem Ovarium zugewandt; es ist strotzend mit Spermatozoen gefüllt und hat Raum für 6—8 Eier; meistens enthält es 4; dieselben werden hier befruchtet und nach der Befruchtung tritt schon hier sofort die Ausscheidung einer Perivitellinschicht und die Dotterfurchung ein, die ungemein rasch verläuft, denn von 4 Eiern zeigte eins 4, 2 je 8 und eins 16 Furchungskugeln; ein Receptaculum liegt stets in der vorderen und eins in der hinteren Körperhälfte, eins 1,5 mm vom Schwanz- und eins 2,7 mm vom Kopfende entfernt.

Ohne deutliche Grenze geht das Receptaculum in die zweite Tuba über, die 0,42 mm lang und 0,048 mm breit ist; auch hier enthält die Wandung gekernte Zellen (Fig. 30, *d*).

Die Tuba erweitert sich zu dem 0,42 mm breiten Uterus; die hier und im Receptaculum liegenden Spermatozoen sind hyalin; sie zeigen keine Granula im Innern, sondern nur den glänzenden Kern. Im Morulastadium gelangen die Eier durch die Tuba in den Uterus hinein; zu einer Beobachtung der karyokinetischen Vorgänge, wie sie in letzter Zeit so viel an den Eiern von Ascaris megalocephala gemacht sind, wären die Eier dieser Art der un-

gemein schnellen Entwicklung wegen also die denkbar ungünstigsten Objekte.

Litteratur.

Die Beschreibungen der Forscher, welche diese Art früher bearbeitet haben, stimmen nicht in allen Punkten untereinander und mit meinen Befunden überein.

Besonders variiert die Schilderung der Zahl und Anordnung der männlichen Chitinapparate; DIESING giebt bei seiner Ascaris commutata 2 × 7 an, v. DRASCHE 5—7 Paare, MOLIN 2 × 7; auffallend ist, daß ein so genauer Beobachter wie DUJARDIN sagt: „quatre rangées, en quinconce à la face ventrale en arrière, d'appendices cornés, formés de deux pièces articulés, terminés comme une portion de roue dentée". Die Angabe scheint die Folge eines Beobachtungsfehlers zu sein; die Abbildung (l. c. pl. V, fig. *G*, 1) gleicht denen von Exemplaren, welche nicht genau seitlich gelagert sind, sondern etwas mit der Bauchseite dem Beobachter zugewandt liegen, so daß beide Reihen sichtbar werden; meint nun der Untersucher, das Tier genau auf die Seite gelagert zu haben, so glaubt er 4 Längsreihen der Apparate zu sehen; wenigstens habe ich bei meinen Untersuchungen genau solche Bilder gehabt, wie DUJARDIN eins zeichnet.

Wie die WALTER'schen Angaben zu erklären sind, weiß ich nicht; er findet eine vierfache Reihe von Chitinapparaten und in jeder Reihe 13—14 solcher Organe, davon 2—3 hinter der Kloake, also im ganzen 52—56, während wir nur 10—16 fanden; bei beiden Geschlechtern soll die Schwanzspitze in 3 einen Dreizack bildende Spitzen auslaufen; die männliche Geschlechtsöffnung, bei den Nematoden doch stets mit dem Anus zu einer Kloake vereinigt, soll vor dem After münden, Angaben, die, neben anderen, ebenfalls augenscheinlich irrtümlichen Beobachtungen, bei der Benutzung der Arbeit zur Vorsicht mahnen. Die Tiere wurden in Triton alpestris, dem Wirt meines Nematoxys longicauda, gefunden, mit dem sie ebenfalls in keiner Weise übereinstimmen. DUJARDIN's Angaben (l. c. pag. 138), daß die Vulva vor der Körpermitte, „partie du corps en avant la vulve à la partie posterieure = 3:4" ist unrichtig.

Andere Arten desselben Genus.

Das von SCHNEIDER aufgestellte Genus Nematoxys besteht außer der zweifelhaften WALTER'schen Form zur Zeit aus 4 Arten, N. ornatus, commutatus, longicauda und tenerrimus.

Nematoxys commutatus CLAP. (? RUD.)
Ascaris acuminata SCHRANK [1]).
Ascaris (Heterapis) acuminata LEUCKART [2]).
Ascaris commutata CLAPARÈDE [3]).
Nematoxys commutatus SCHNEIDER [4]).

Dem Männchen fehlen die auffallenden Chitinapparate und der Stützapparat der Cirren; letztere sind etwa 0,25 mm lang; das Weibchen unterscheidet sich von dem von N. ornatus dadurch, daß hier die Vulva vor der Körpermitte liegt. Trotz der genauen Beschreibung DUJARDIN's und CLAPARÈDE's verwirrt doch DIESING die Synonymik so sehr, daß er die Art mit Oxysoma brevicaudatum zusammenwirft und unter dem Namen Cosmocerca commutata (Revision der Nematoden, pag. 645—646) unter der Diagnose „plectanis longitudinaliter biserialibus utrinque 7" die Arbeit CLAPARÈDE's zitiert, welche ganz klar das Männchen von N. commutatus CLAP. ohne alle Chitinorgane (plectana) schildert. Die Art lebt im Darm von Bufo cinereus und Rana temporaria.

Wie Recht SCHNEIDER hatte, die beiden Arten ornatus und commutatus zu einem Genus zu vereinigen, sehen wir u. a. an der gleichen Entwicklung beider. Über den Entwicklungsmodus von ornatus war bisher nichts bekannt, über den von commutatus (= Ascaris = Heterakis acuminata) schreibt LEUCKART [5]), daß die Embryonalform im Freien zu einer sehr agilen, großen Larve heranwächst, die durch die Anwesenheit einer Anzahl freier, fast linsenartig aussehender Fetttropfen neben dem Pharynx ausgezeichnet ist, die aber nicht in die ausgebildete Form übergeführt

1) DUJARDIN, l. c., pag. 227—228; DIESING, Systema helminthum II, pag. 152—155 (e. p.); SCHNEIDER, Berliner Monatsber. 1856, pag. 192.

2) Archiv für Heilkunde II, Leipzig 1861, pag. 196—235; Die menschlichen Parasiten II, Leipzig u. Heidelberg 1876, pag. 137—139.

3) Mém. Soc. de phys. et d'hist. natur., Genève 1860, t. 15, pag. 44—47, pl. VII, fig. 1—10.

4) Monographie der Nematoden, Berlin 1866, pag. 113, Tab, XII, Fig. 2, Taf. XVII, Fig. 4; v. LINSTOW, Archiv für Naturgesch., Berlin 1877, pag. 180—181, Taf. XII, Fig. 10.

5) l. c.

werden konnte; auch hier vergrößerte sich die Länge um das Doppelte, der Querdurchmesser aber nur sehr wenig, die Ähnlichkeit der Larvenentwicklung beider Arten ist also eine sehr große.

Nematoxys longicauda v. Linstow [1])

lebt im Darm von Triton alpestris und cristatus; die Art ist mit N. ornatus nahe verwandt, die Chitinapparate am männlichen Schwanzende haben aber eine ganz andere Form und die Entwicklung weicht von der von N. ornatus weit ab, denn die Larven wachsen in den Lungen der Tritonen heran, wo die männlichen Larven bereits die äußeren Geschlechtscharaktere zeigen; vielleicht gehört Walter's Oxyuris ornata aus Triton hierher.

Nematoxys tenerrimus v. Linstow [2])

ist eine sehr zarte, sehr langgestreckte Form aus dem Darm von Anguilla vulgaris; die Cirren haben große Ähnlichkeit mit denen von N. commutatus.

Folgende kleine Tabelle wird die leichte Unterscheidung der 4 Arten ermöglichen.

Männchen:
1. Schwanzende mit 2 Reihen von Chitinapparaten 2.
1. Schwanzende ohne Chitinapparate 3.
2. Schwanzende $\frac{1}{8}$ der ganzen Länge; bei Triton. longicauda.
2. Schwanzende $\frac{1}{12}$—$\frac{1}{17}$ der ganzen Länge; bei Rana und Bufo. ornatus.
3. Körper sehr gestreckt, Länge: Breite = 43:1, bei Fischen. tenerrimus.
3. Körper dicker, Länge: Breite = 10—14:1, bei Reptilien und Amphibien. commutatus.

Weibchen:
1. Körper sehr gestreckt, 36:1 bei Fischen. tenerrimus.
1. Körper dicker, 10—14:1, bei Reptilien und Amphibien 2.
2. Schwanzlänge $\frac{1}{4}$. longicauda.
2. Schwanzlänge $\frac{1}{10}$—$\frac{1}{18}$, 3.
3. Vulva vor der Körpermitte, Schwanzlänge $\frac{1}{7}$—$\frac{1}{9}$, commutatus.

---

1) Zeitschrift für wissensch. Zoologie XLII, pag. 708—717, Taf. XXVIII.

2) Archiv für Naturgesch., Berlin 1878, pag. 233—234, Taf. VIII, Fig. 18 *a b*.

3. Vulva hinter der Körpermitte, Schwanzlänge $\frac{1}{14}$—$\frac{1}{18}$. ornatus.

Die verwandte Form Oxysoma brevicaudatum unterscheidet sich leicht durch auffallend große, fast die halbe Körperlänge einnehmende säbelförmige Cirren, in beiden Geschlechtern aber durch den $\frac{1}{7}$ der Körperlänge einnehmenden Oesophagus, der bei den Nematoxysarten viel kürzer ist.

Genus-Charaktere.

Die dem von SCHNEIDER aufgestellten Genus Nematoxys angehörenden Männchen sind schon begattungsfähig als sehr zarte und kleine Tiere; die Weibchen werden weit größer und kräftiger; die Muskeln gehören zu SCHNEIDER's Meromyariern; der Mund ist dreilippig; der Oesophagus hat am Ende einen starken Bulbus mit Ventilzähnen; die Männchen führen 2 gleichlange Cirren, mitunter mit einem Stützapparat, beide Geschlechter haben auf der Cuticula zahlreiche Papillen; die Entwicklung geschieht ohne Zwischenwirt und die Larven wachsen entweder in mit animalischen Substanzen durchsetzter feuchter Erde (ornatus, commutatus) oder in der Lunge des Wohntiers heran (longicauda), bei tenerrimus vermutlich im Schlamm; die Arten leben im Darm, meistens im Rectum von Reptilien, Amphibien und Fischen; die weibliche Geschlechtsröhre ist bis auf die Vagina doppelt; beide Geschlechter haben starke Seitenleisten.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Embryonalform.
Fig. 2. Halbentwickelte Larve, 2 a deren Oesophagealteil,
Fig. 3. Larve in Häutung, 3 a Kopfende.
Fig. 4. Erwachsene Larve, *g* Geschlechtsanlage; 4 a Mitte des Oesophagus.
Fig. 5—12. Entwicklung der Chitinapparate am männlichen Schwanzende.
Fig. 13. Ein Apparat in seitlicher Ansicht, stärker vergrößert.
Fig. 14 u. 15. Kopfenden, 14 von der Bauch-, 15 von der Rückenlinie.
Fig. 16. Kopfende eines jungen Weibchens aus dem Froschdarm mit den Anlagen der Exkretionsgefäße.
Fig. 17. Die 3 Lippen von der Scheitelfläche.
Fig. 18. Querschnitt durch den Oesophagus; *a* Muskeln, *b* Drüsenmasse.
Fig. 19. Ventilzähne im Oesophagus-Bulbus.
Fig. 20. Teil des Oesophagus mit den Ganglien, der Ringkommissur und Nervenstämmen.
Fig. 21. Vorderteil eines halberwachsenen Weibchens; *a* Drüsenschläuche, *b* Excretionsöffnung, *c* Ganglion.
Fig. 22. Bauchlinie eines Weibchens.
Fig. 23. Männliches Schwanzende von der Bauchfläche; *a* Stützapparat der Cirren (*b*); *e* Kloakenöffnung, *f* Bursalmuskeln, *g* Drüsenzellen.
Fig. 24. Männliches Kopulationsorgan; *a* Cirrus, *b* Stützapparat, *c* Muscul. protrusor; von der Seite.
Fig. 25. Spermatozoon.
Fig. 26. Kügelchen der Darmzellen.
Fig. 27. Mitte des weiblichen Schwanzendes.
Fig. 28. Anfang eines Ovariums; a. Bildungszelle.
Fig. 29. Querschnitt durch ein Weibchen; *a* Seitenleiste, *b* Darm, *c* Ovarium, *d* Cuticula, *e* kontraktile, *f* Marksubstanz.
Fig. 30. Teil der weiblichen Geschlechtsröhre; *a* Ende des Ovariums, *b* erste Tuba, *c* Receptaculum seminis, *d* zweite Tuba, *e* Anfang des Uterus.
Fig. 31. Vulva.
Fig. 32. Rectum des Weibchens; *a* Darm, *b* Drüsenzellen, *c* Muskeln, *d* Anus, *e* Papillen.

Die Cuticula der Wirbeltierepidermis.

Von

Gustav Wolff.

Hierzu Tafel XXVIII.

Wiewohl die Untersuchung der Frage, ob die oberflächliche Begrenzung der Epidermis durch eine Cuticula eine ausschließlich wirbellosen Tieren zukommende Eigentümlichkeit sei, oder ob cuticulare Bildungen auch bei Vertebraten sich vorfänden, im Laufe der letzten dreißig Jahre von den verschiedensten Seiten lebhaft in Angriff genommen wurde, so hat diese Frage dennoch bis heute keine abschließende Beantwortung erfahren.

Ein kurzer Überblick über die wichtigsten diesen Gegenstand betreffenden Untersuchungen wird die Richtigkeit obiger Behauptung darlegen.

Leydig [1]) war der Erste, der das Vorkommen cuticularer Bildungen auf der Epidermis von Wirbeltieren behauptete. Er vertrat die Ansicht, daß in den drei niedersten Wirbeltierklassen die Körperoberfläche ähnlich wie bei Wirbellosen durch eine cuticulare Schicht begrenzt würde.

Lebhaften Widerspruch fanden die Leydig'schen Anschauungen von Seiten F. E. Schulze's [2]), der zwar das Vorhandensein einer

1) Leydig, Über Organe eines sechsten Sinnes. Nov. act. acad. Leop. Carol. XXXIV. — Über die äußern Bedeckungen der Amphibien und Reptilien. Archiv f. mikr. Anat. IX. — Über die allgemeinen Bedeckungen der Amphibien. Archiv f. mikr. Anat. XII.

2) F. E. Schulze, Über cuticulare Bildungen und Verhornung von Epithelzellen bei Wirbeltieren. Archiv f. mikr. Anat. V. — Epithel- und Drüsenzellen. Arch. f. mikr. Anat. III.

das Integument gleichmäßig überziehenden Cuticula bei den Fischen und den Amphibienlarven, sowie den Perennibranchiaten zugiebt, bei allen andern Wirbeltieren jedoch bestreitet. Für eine wirkliche Cuticula hält SCHULZE den gestrichelten Saum, welcher bei Fischen (am schönsten bei Amphioxus und Petromyzon) und Amphibienlarven den peripheren Epidermiszellen auflagert, während er die oberflächlichste homogene Begrenzungsschicht der Epidermis bei ausgebildeten Amphibien und bei Reptilien, welche LEYDIG für eine Cuticula erklärt, als eine Lage verhornter Zellen betrachtet.

Von den später über diesen Gegenstand angestellten Untersuchungen ist eine Arbeit von PFITZNER[1]) die wichtigste. PFITZNER, der seine Untersuchung auf die Amphibien, ja sogar auf eine Spezies, Salamandra maculosa beschränkt hat, kommt zu dem Resultate, daß bei den Amphibien überhaupt keine echte Cuticula existiert, weder bei den Larven, noch bei den erwachsenen Tieren. Er nennt zwar den gestrichelten Saum, der den peripheren Epidermiszellen der Larve auflagert, einen „Cuticularsaum", erklärt dieses Gebilde jedoch für ein Verhornungsprodukt[2]). Bezüglich des erwachsenen Tieres schließt PFITZNER sich im Wesentlichen der Auffassung SCHULZE's an. Auch er ist der Ansicht, daß die homogene Membran auf der Oberfläche der Epidermis eine Lage verhornter Zellen darstellt, was er insbesondere auch durch die von EWALD und KÜHNE zu histologischen Zwecken empfohlene Methode der künstlichen Verdauung festzustellen suchte. Die PFITZNER'sche Auffassung unterscheidet sich demnach von der SCHULZE's nur bezüglich der Verhältnisse im Larvenzustande. Bezüglich der Entstehung und morphologischen Bedeutung des gestrichelten Saumes, den er für ein Verhornungsprodukt hält, gelangt PFITZNER zu einer von ihm nur angedeuteten Hypothese, auf die später noch zurückgekommen werden soll.

Die PFITZNER'sche Anschauung scheint für die Auffassung dieses Punktes entscheidend geworden zu sein; wenigstens schließen sich die später über diesen Gegenstand erschienenen Arbeiten[3]) seiner Darstellung im wesentlichen an. Allgemein scheint allerdings die PFITZNER'sche Beurteilung nicht angenommen zu sein.

1) W. PFITZNER, die Epidermis der Amphibien. Morphol. Jahrbuch, Bd. 6.

2) l. c. p. 484.

3) Z. B.: JUSTUS CARRIÈRE, Die postembryonale Entwickelung von Siredon pisciformis, Archiv f. mikr. Anat. XXIV.; und PAULICKI: Über die Haut des Axolotls, ebenda.

denn wenn z. B. die Darlegung dieses Gegenstandes [1]) in Wiedersheims „Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere" als die Zusammenfassung des zur Zeit als gültig Angenommenen betrachtet werden soll, so beschränkt sich die Annahme der Pfitzner'schen Resultate lediglich auf die beim erwachsenen Salamander gemachten Befunde, also auf diejenigen Punkte, in denen Pfitzner mit Schulze übereinstimmt, während der mit dem ähnlichen Gebilde der Fische als homolog [2]) betrachtete gestrichelte Saum im Anschluß an ältere Auffassungen für eine poröse Cuticula angesehen wird.

Während die Leydig'schen Anschauungen bezüglich des Verhaltens der Amphibien von Schulze und Pfitzner bestritten wurden, fand seine Auffassung der Verhältnisse bei den Reptilien von anderer Seite Widerspruch. Cartier war es, der in seiner Arbeit [3]) über die Epidermis der Geckotiden dem der Epidermis auflagernden, von Leydig als Cuticula gedeuteten homogenen Saum diese Eigenschaft absprach und denselben für ein Verschmelzungsprodukt verhornter Zellen erklärte. Wenn Cartier aber auch eine eigentliche Cuticula leugnet, so beschreibt er doch eine Reihe von Bildungen, die er als cuticulare angesehen wissen will.

In später erschienenen Arbeiten [4]) über diesen Gegenstand nähert sich Cartier den Leydig'schen Anschauungen wieder und sucht dieselben mit denen Schulze's zu vereinigen, indem er sagt [5]), daß z. B. beim Hautüberzug des Auges der sich häutenden Ringelnatter der oberflächlichste, zur Häutung bestimmte Teil der Haut aus einem Teile des rete Malpighii und aus einer „fein lamellösen Hornschicht" bestehe, die „keine zelligen Elemente mehr erkennen läßt und nach außen wahrscheinlich mit einer

---

1) Wiedersheim, Lehrbuch der vergleichenden Anatomie der Wirbeltiere, p. 20.

2) Pfitzner spricht sich über diese wichtige Frage, ob wir den gestrichelten Saum der Amphibienlarven mit dem entsprechenden Gebilde bei Fischen zu homologisieren haben, gar nicht aus, während Schulze die Frage nur indirekt, aber allem Anschein nach in verneinendem Sinn berührt. Ich werde auf diesen Punkt noch zurückkommen.

3) Oskar Cart[illegible] über den feineren Bau der Haut der Reptilien. Verhan[illegible] [illegible]rger phys.-med. Gesellsch. N. F. III. Bd.

4) Oskar Ca[illegible] [illegible]ineren Bau der Haut bei den Reptilien. Arbeit[illegible] Inst. in Würzburg, Bd. I.

5) l. c. p. 24

äußerst dünnen Cuticula verschmolzen ist“. Aber auch für die übrige Körperoberfläche [1]) nimmt CARTIER eine Verschmelzung von verhornten Zellen mit cuticularen Bildungen an, welche dadurch zustande kommen soll, daß die von ihm aufgefundenen cuticularen Härchen, die kurz vor der Häutung entstehen und den Häutungsprozeß mechanisch einleiten sollen, noch bevor die alte Haut abgestreift wird, „zu einer homogenen, etwas gefärbten Membran von ziemlicher Dicke“ verschmelzen, so daß also „der äußere Teil der Epidermis weder bloß verhornte Zellenlage (F. E. SCHULZE), noch bloß Cuticula (Zellenausscheidungsprodukt), sondern eine zusammenhängende Bildung aus beiden Materien“ darstellt [2])

Bei der Riesenschlange soll nach CARTIER die Cuticula nicht in der Form von Borsten etc., sondern gleich in Gestalt eines dünnen Häutchens abgeschieden werden [3]). Damit hat sich CARTIER der LEYDIG'schen Auffassung allerdings genähert, ja CARTIER, dem LEYDIG nach Erscheinen der ersten CARTIER'schen Arbeit mündlich mitgeteilt hatte, daß er unter „Cuticula“ nicht, wie SCHULZE, CARTIER, KERBERT und auch spätere Forscher, z. B. LWOFF [4]) annahmen, die äußere, homogen erscheinende Lage der Epidermis, sondern „nur ein ganz dünnes äußeres Häutchen, welches Skulpturen trägt“, verstehe, erklärt sich nun selbst mit den LEYDIG'schen Ansichten im wesentlichen einverstanden.

Energischeren Widerspruch findet LEYDIG von seiten KERBERTS, welcher sowohl das Vorhandensein einer Cuticula, als auch cuticularer Bildungen bestreitet [5]). Er nennt [6]) die oberste Hornschicht der Epidermis, welche LEYDIG nach KERBERTS Auffassung für eine Cuticula hielt, „Epitrichialschicht“, „weil sie vollständig homolog ist mit derjenigen Schicht, welche von WELCKER Epitrichium genannt wurde.“ Er definiert [7]) als „Epitrichialschicht“ „diejenige oberflächliche embryonale [8]) Schicht der Epidermis,

1) l. c. p. 246.

2) l. c. p. 247.

3) l. c. p. 251.

4) W. LWOFF, Beiträge zur Histologie der Haut der Reptilien. Bulletins de la société impériale des Naturalistes de Moscou, 1884, No. 3.

5) C. KERBERT, Über die Haut der Reptilien und andrer Wirbeltiere. Archiv f. mikr. Anat. XIII.

6) l. c. p. 211.

7) l. c. p. 232.

8) Auf den Widerspruch, daß KERBERT einmal von der Epitrichialschicht erwachsener Reptilien spricht und sie dann als embryonale

welche entweder allmählich und teilweise vor oder nach der Geburt des Tieres verloren geht (Säugetiere, Vögel) oder welche mit der eigentlichen Hornschicht verwächst und im Zusammenhang mit dieser Hornschicht nach der Geburt bei der ersten Häutung abgeworfen wird (Reptilien und Amphibien)". Die Skulpturen auf der Oberfläche der Epitrichialschicht erklärt KERBERT für „Erhebungen" von Zellen.

Die Arbeit von KERBERT scheint in diesem Punkt wenig Beachtung gefunden zu haben, wenigstens schließen sich spätere Arbeiten von BRAUN [1]) der CARTIER'schen Auffassung im wesentlichen an. Insbesondere sucht BRAUN die CARTIER'schen Anschauungen den Einwänden KERBERTS gegenüber zu verteidigen. Auf den Einwand KERBERTS, daß, wenn cuticulare Bildungen bei Reptilien vorkämen, diese doch schon im Embryonalleben entstehen müßten, was nach seinen Untersuchungen nicht der Fall sei, erwidert BRAUN [2]), daß bei Geckotiden die Ausscheidung cuticularer Bildungen erst bei der ersten Häutung erfolge, die übrigens jedenfalls gleich nach Verlassen des Eies, wenn nicht schon innerhalb desselben eintrete.

Indem ich nunmehr nach diesen historischen Mitteilungen zu meinen eigenen Untersuchungen mich wende, bemerke ich zuvörderst, daß die von mir angewendete Methode hauptsächlich darin bestand, möglichst dünne und ganz senkrechte Querschnitte herzustellen und durch Behandlung derselben mit Kalilauge festzustellen, was als Lage verhornter Zellen, was als Cuticularablagerung anzusehen ist.

Fertigt man durch die Epidermis des Amphioxus einen Querschnitt, so fällt zunächst an der Peripherie der Epidermiszellen der bekannte gestrichelte Randsaum auf. Wie oben gezeigt, wird dieses Gebilde allgemein unter dem Namen „Cuticularsaum" aufgeführt. Aber dieser gestrichelte Saum ist nicht die oberflächlichste Begrenzung der Epidermiszellen, denn über ihm liegt noch ein äußerst feiner zweiter Saum [3]), der bisher ganz übersehen

---

Schicht definiert, haben schon GARDINER (Beiträge zur Kenntnis des Epitrichiums und der Bildung des Vogelschnabels. Archiv f. mikr. Anat. XXIV, p. 303) und LWOFF (l. c. p. 317) hingewiesen.

1) BRAUN, Lace[illegible] und Lacerta muralis. Arbeiten aus d. zool.-zoot. Inst. [illegible] Bd. IV, p. 20. — Zur Bedeutung der Cuticularborsten [illegible]en der Geckotiden. Ebenda p. 231.

2) l. c. p. 236

3) Figur 1.

wurde, der aber unzweifelhaft eine echte Cuticula darstellt. Damit sich die Cuticula optisch von dem darunterliegenden gestrichelten Saum (den ich nunmehr die „Pseudocuticula" nennen will) mit genügender Deutlichkeit abhebt, ist es einmal nötig, daß der Schnitt sehr dünn und insbesondere genau senkrecht geführt ist. Ferner ist die Beobachtung in Aufhellungsflüssigkeiten völlig zu vermeiden. Canadabalsam und Damarlack machen die optische Unterscheidung der Cuticula unmöglich, selbst Glycerin erschwert dieselbe ungemein. Scharf zu erkennen ist die Cuticula nur in Wasser oder Alkohol. Durch Behandlung mit Kalilauge [1]) quillt die Pseudocuticula ziemlich stark; die radiäre Streifung wird dabei undeutlicher, die Cuticula aber bleibt völlig unverändert.

Bekanntlich unterscheidet sich die Epidermis der Amphioxuslarve von der des ausgebildeten Tieres durch ein Wimperkleid. Es wäre interessant gewesen, diese Verhältnisse, insbesondere die Beziehungen der Wimpern zum gestrichelten Saume zu studieren, leider fehlte mir jedoch das Material [2]).

Das nämliche Verhältnis wie beim Amphioxus treffen wir, allerdings nicht mit gleicher Deutlichkeit, bei Petromyzonten.

Nicht alle Fische bieten das gleiche Verhalten. Bei allen übrigen von mir untersuchten Fischen (Cobitis, Cyprinus amarus, Anguilla fluviatilis) fehlt der gestrichelte Saum, wohl aber ist eine Cuticula vorhanden, die als ein dünner Saum die ganze Epidermis gleichmäßig überzieht [3]). Schnitte durch die Epidermis der letztgenannten Fische werden in Kalilauge nicht wesentlich verändert.

Die Epidermis der Amphibien bietet bekanntlich beim erwachsenen Tier einen wesentlich andern Charakter als bei der Larve. Aber auch bei der Larve sind bezüglich der Epidermis zwei Stadien scharf zu unterscheiden: das der flimmernden und das der nicht flimmernden Epidermis.

Alle Amphibien scheinen im frühen Larvenleben Wimpern zu tragen [4]). Junge Batrachierlarven haben einen ziemlich stark

---

1) Ich verwendete in der Regel dreißigprozentige.

2) Ich verweise aber gleich hier auf die später zu besprechenden Verhältnisse bei ganz jungen Amphibienlarven.

3) Figur 2.

4) Der Besitz eines Flimmerkleides darf also nicht, wie dies schon geschehen (Wiedersheim, Lehrbuch der vergl. Anat. d. Wirbel-

entwickelten Wimperbesatz auf der Epidermis, doch sind des sehr störenden Pigments wegen hier die Verhältnisse schwer zu erkennen. Günstigere Beobachtungsobjekte sind Tritonenlarven [1]), vor allem aber die Larve von Salamandra atra. Zur Untersuchung der Verhältnisse schneidet man am besten einer jungen [2]) Larve des letzgenannten Tieres ein Stück des Schwanzes ab und bringt das frische Objekt unter das Mikroskop. Man sieht ein lebhaft flimmerndes Wimperepithel aus verhältnismäßig hohen Zellen gebildet [3]). Im Protoplasma dieser Zellen sind zwei Partien scharf zu unterscheiden: eine körnige und eine homogene Partie. Die erstere erfüllt den unteren Teil der Zelle, während der periphere Teil der Zelle, ungefähr das, was über dem Kern liegt, fast homogen erscheint. Über diesem homogenen Teil der Zelle, welcher seiner Lage nach dem gestrichelten Saum älterer Larven entspricht, lagert eine sehr deutliche Cuticula, die von den Wimpern durchbohrt wird. So lange die Zellen in ganz normalem Zustande sich befanden, gelang es mir nicht, unterhalb der Cuticula etwas von den Wimperanfängen zu gewahren, wohl aber nachdem die Zelle durch das Wasser verändert war. Man kann nämlich bei ununterbrochener Beobachtung wahrnehmen, wie das Gewebe unter dem Einfluß des Wassers allmählich quillt, und wie insbesondere der subcuticulare Saum der Epidermiszellen seine Ausdehnung nach und nach beinahe verdoppelt, und es gelingt leicht, die Wimpern durch den gequollenen Saum zu verfolgen. Man erhält ein Bild, wie ich es in Figur 5 wiedergebe.

An Kiemenzellen der Larve desselben Tieres beobachtete ich folgenden interessanten Vorgang. Ich konnte wahrnehmen, wie mit zunehmender Quellung die Fußstücke der Wimpern sich kontrahierten und zwar nach der Peripherie zu, so daß, wenn man eine bestimmte Wimper immer im Auge behält, man dieselbe nach einander die in Figur 6 gezeichneten Stellungen kann einnehmen sehen.

Ein Querschnitt durch die Epidermis einer älteren Larve, die bereits die Wimpern verloren hat, zeigt uns im wesentlichen

---

tiere p. 16) der Larve des Amphioxus als unterscheidendes Merkmal den übrigen Wirbeltieren gegenüber zugesprochen werden.

1) Tritonenlarven tragen nur einige Tage vor und nach dem Ausschlüpfen Wimpern.

2) Ich that es mit einer Larve von 2 cm Länge.

3) Im Gegensatz zu Salamandra maculosa sind bei Salamandra atra die peripheren Epid[illegible] er Larve gar nicht abgeplattet.

(abgesehen von der Mehrschichtigkeit des Epithels) dasselbe Verhalten wie ein Schnitt durch die Epidermis des Amphioxus. Auch hier sehen wir einen gestrichelten Saum, aber er ist nur eine Pseudocuticula, denn über ihm liegt die echte Cuticula, die übrigens in den meisten Fällen noch deutlicher wahrzunehmen ist als bei Amphioxus und Petromyzon.

Auch die Cuticula der Amphibienlarven wurde bisher übersehen, vielleicht deshalb, weil gerade dasjenige Objekt, welches die Cuticula am schönsten zeigt, bisher überhaupt nicht näher histologisch untersucht worden ist. Bei der Larve von Salamandra maculosa wäre mir die Cuticula wahrscheinlich auch entgangen, wenn ich sie nicht vorher bei der Larve von Salamandra atra gesehen hätte. Hier [1]) aber ist die Cuticula ungemein deutlich entwickelt und fast doppelt so breit als z. B. bei Salamandra maculosa, wo sie übrigens trotzdem zu sehen ist.

Auch das chemische Verhalten der Epidermiszelle ist dasselbe wie bei Amphioxus: der gestrichelte Saum (die Pseudocuticula) wird durch Kalilauge zum Quellen gebracht, während die Cuticula unverändert bleibt.

Obwohl man in den meisten Fällen die Zellgrenzen in die Cuticula hinein verfolgen kann, so bildet dieselbe dennoch ein zusammenhängendes zartes Häutchen, dessen Isolierung bei der Larve von Salamandra atra leicht zu bewerkstelligen ist und zwar auf folgende Weise. Man läßt einen senkrechten Querschnitt durch die Epidermis mehrere Tage lang in einer salzsaueren Lösung von Trypsin liegen. Es ist vorzuziehen, den Schnitt nicht unter dem Deckglas in Trypsin liegen zu lassen, sondern in einem Uhrschälchen, damit das Trypsin besser auf das Gewebe wirken kann. Darauf bringt man den in Trypsin liegenden Schnitt unter das Mikroskop und läßt Kalilauge durchfließen. Nach einiger Zeit wird die Pseudocuticula aufgelöst und die Cuticula dadurch isoliert.

Nur die Epidermis der Perennibranchiaten behält den Larvenzustand dauernd; bei den sich verwandelnden Amphibien ist die sich nie häutende Cornea die einzige Stelle, wo die Verhältnisse mit denen der Larve übereinstimmen.

Die Cuticula kann eigentümliche Fortsätze in die Epidermis hinein erzeugen. Z. B. an der Cornea von Triton cristatus sendet

---

1) Figur 3.

die Cuticula immer zwischen zwei Zellen einen Zapfen [1]), welcher bis an die Grenze der Pseudocuticula geht.

Ein Querschnitt durch die Epidermis eines durch Lungen atmenden Amphibiums bietet ein ganz andres Bild. Man sieht hier, wie es PFITZNER schildert [2]), „die Begrenzung der Epidermis nach außen von einer homogenen, überall gleich dicken, stark lichtbrechenden, bei Tinktionen meist ungefärbt bleibenden oder sich gleichmäßig färbenden Membran gebildet, an der man keine Zusammensetzung aus einzelnen Formelementen mehr wahrnehmen kann“. Über dieser Schicht liegt, ähnlich wie bei der Larve, ein bisher übersehener feiner Saum [3]), die echte Cuticula. Daß die vorhin erwähnte Membran, die LEYDIG für eine Cuticula gehalten zu haben scheint, ein zelliges Gebilde ist [4]), hat schon PFITZNER gezeigt. Dieselbe läßt sich in der That mit Leichtigkeit in Zellen zerlegen. In der Regel sieht man sofort nach Zusatz von Kalilauge die Membran aufquellen, so daß Zellgrenzen und Kerne aufs deutlichste wahrzunehmen sind. Manchmal jedoch erfolgt auf die bloße Einwirkung der Kalilauge hin noch keine Quellung, die dann aber in den allermeisten Fällen durch Zusatz von destilliertem Wasser leicht zu bewerkstelligen ist. Nur ausnahmsweise ist es erforderlich, den Schnitt in Kalilauge langsam zu erwärmen, was am besten mittelst des heizbaren Objekttisches geschieht. Letzteres Verfahren führt ausnahmslos zum Ziele und läßt mit völliger Sicherheit die ursprüngliche epitheliale Zusammensetzung der fraglichen Schicht erkennen. Die Cuticula aber verändert sich in der Kalilauge gar nicht, jedoch ist es mir, allerdings äußerst selten, gelungen, durch mehrfaches Erwärmen in Kalilauge und Klopfen auf das Deckglas die Cuticula von der unter ihr liegenden Pseudocuticula teilweise abzuheben.

Die Oberfläche der Cuticula ist in den meisten Fällen glatt, d. h. der Oberfläche der unter ihr liegenden Schicht entsprechend. Wo die Zellen der letzteren Erhebungen zeigen, da macht in der Regel die Cuticula diese Erhebungen mit, wie z. B. bei der Daumenschwiele der Batrachier. Übrigens kann die Cuticula auch selbständige Verdickungen zeigen, so daß Skulpturen entstehen können, ähnlich denen, wie ich sie für Reptilien besprechen werde.

---

1) Figur 4.

2) l. c. p. 503.

3) Figur 7, 8, 9.

4) Man kann sie also ebenfalls eine Pseudocuticula nennen.

Fertigt man z. B. durch den Hochzeitskamm eines Triton einen Querschnitt, so gewahrt man an der Peripherie eine Skulptur, hervorgebracht durch zahlreiche hervorstehende Zacken. Nach Behandlung des Schnittes mit heißer Kalilauge überzeugt man sich leicht, daß diese Zacken der Cuticula angehören[1]).

Zu den Reptilien übergehend beginne ich auch hier mit der Betrachtung von Embryonalstadien. Auf Figur 11 habe ich die Epidermis der Schuppenanlage eines Eidechsenembryonen abgebildet. Man sieht an der Peripherie die Kerbert'sche Epitrichialschicht und auf dieser eine zarte Cuticula, die nach der Peripherie zu völlig eben ist im Gegensatz zur gleich zu besprechenden Cuticula des erwachsenen Tieres.

Auf dem Querschnitt durch die Schuppe der erwachsenen Eidechse fällt zunächst die kolossale Verhornung der Epidermis auf; die verhornten Schichten haben ihren Abschluß nach außen durch eine zackige oder wellige Zeichnung. Diese Skulptur ist durch eine Cuticularbildung hervorgebracht. Will man sich hiervon überzeugen, so fertigt man am besten einen Querschnitt[2]) durch ein Stück einer auf dem Wege der Häutung abgeworfenen Schicht. Man erhält alsdann ein Bild, wie ich es in Figur 12 wiedergebe. Wir sehen eine fast homogene aus mehreren übereinander liegenden Lagen bestehende Schicht, die nach der Peripherie zu eine zackige Zeichnung hat. Durch Zusatz von Kalilauge wird das Bild kaum verändert. Erst nach einer sehr starken Erwärmung des Präparates gewinnt es ein Aussehen, wie es Figur 13 zeigt. Das Ganze ist jetzt sehr stark gequollen und in ein Gewebe von Zellen verwandelt, in welchen jedoch kein Kern mehr zu sehen ist. Jede einzelne Zelle enthält in der Mitte zahlreiche Pigmentkörnchen. Auf den peripheren Zellen, die auffallenderweise pigmentlos sind, sehen wir nun die äußerst zarte Cuticula, welche die zackige Skulptur der Schuppenoberfläche hervorbringt.

Die Entdeckung der embryonalen Cuticula auf der Epitrichialschicht der Reptilien legte mir die Vermutung nahe, es möchte sich vielleicht auf der Epitrichialschicht der höheren Wirbeltiere ebenfalls eine Cuticula auffinden lassen, die sich vielleicht auf den der Reptilienschuppe homologen Gebilden erhalten haben könnte. Ich habe deshalb die Epitrichial-

---

1) Figur 10.

2) Figur 12.

schicht der Vögel und Säugetiere, insbesondere auch die Anlagen der Schuppen und Federn der Vögel und der Haare daraufhin untersucht, bin jedoch zu einem negativen Resultate gelangt. Ich habe mich überzeugt, daß die Cuticula, wie ich sie auf der Epitrichialschicht des Eidechsenembryos fand, bei Vögeln und Säugetieren nicht existiert. Obwohl hieraus schon mit ziemlicher Sicherheit zu entnehmen war, daß auch bei ausgebildeten Vögeln und Säugetieren eine Cuticula fehlen werde, so habe ich doch der Vollständigkeit halber, und weil zwei Forscher [1]) die Möglichkeit des postembryonalen Auftretens einer Cuticula behauptet haben, die der Reptilienschuppe homologen Gebilde bei höheren Wirbeltieren untersucht. Querschnitte durch die Schuppe des Vogellaufes, durch die junge Feder, durch das Haar, insbesondere durch die oberflächlichste Schicht eines Stachels vom Stachelschwein brachten mir die Gewißheit, daß bei Vögeln und Säugetieren keine Cuticulargebilde vorhanden sind.

Wenn ich nunmehr zu einer allgemeinen Betrachtung und Beurteilung der hier mitgeteilten Beobachtungen übergehe, so sei es mir gestattet, hierbei nicht, dem natürlichen Systeme folgend, bei den niedersten Wirbeltieren anzufangen und von da aus zu den höheren überzugehen, sondern mit den Amphibien zu beginnen und von dieser Klasse aus abwärts zu den Fischen, aufwärts zu den Reptilien zu schreiten. Die Gründe dieser Anordnung werden sich, wie ich hoffe, von selbst erklären.

Daß dasjenige Gebilde bei den erwachsenen Amphibien, welches früher für eine Cuticula gehalten wurde, keine Cuticula, sondern eine Lage verhornter Zellen darstellt, haben Schulze und Pfitzner zur Genüge dargelegt, so daß über die morphologische Bedeutung dieses Gebildes keinerlei Meinungsverschiedenheit herrschen kann. Anders steht es mit dem gestrichelten Saum, der Pseudocuticula der Amphibienlarven. Dieses Gebilde wird, wie oben gezeigt, unter dem Namen „Cuticularsaum“ aufgeführt, ohne daß man über das Wesen desselben einig ist. Pfitzner will durch die Verdauungsmethode nachgewiesen haben, daß der fragliche Saum aus Hornsubstanz bestehe, es ist mir aber keineswegs klar, was die Verdauungsmethode hier helfen soll, die doch wohl höchstens zur Unterscheidung von Hornsubstanz und

1) Wie in der Einleitung gezeigt, glauben Cartier und Braun, daß bei den Reptilien die Cuticula nach dem Embryonalleben auftrete,

lebendem Protoplasma, nicht aber zur Unterscheidung von Hornsubstanz und cuticularem Abscheidungsprodukte dienen könnte, da sich cuticulare Bildungen in ihrem Verhalten dem Trypsin und Pepsin gegenüber nicht wesentlich von Hornsubstanz unterscheiden dürften [1]). Ja, ein Umstand spräche sogar direkt gegen Hornsubstanz. Ewald und Kühne [2]) haben die Einwirkung des Trypsin auf die Cornea des Frosches untersucht und gefunden, daß „die Corneazellen verschwinden bis auf ihre eigentümlich gequollenen Kerne". Hiernach müßte also auch die Pseudocuticula verschwunden sein, was nicht der Fall sein könnte, wenn dieselbe aus Hornsubstanz bestünde. Gleichwohl darf vielleicht angenommen werden, daß Ewald und Kühne diesem Saume keine besondere Aufmerksamkeit geschenkt haben; mir ist es wenigstens trotz mehrfacher Versuche, die ich sowohl an der Cornea erwachsener Amphibien als auch an der Epidermis von Larven angestellt habe, nicht gelungen, die Pseudocuticula durch Trypsin oder Pepsin allein zum Verschwinden zu bringen, sondern nur durch die oben angegebene Methode. Mit der Verdauungsmethode kann also wohl nicht bewiesen werden, daß der fragliche Saum keine Cuticula ist; ein sicherer Beweis ist einzig die darüberliegende echte Cuticula, und da dieser Beweis jetzt vorliegt, so dürfen nunmehr die durch die Verdauung gemachten Befunde [3]) als diagnostisch für Hornsubstanz angesehen werden.

Pfitzner deutet eine von ihm aufgestellte Hypothese [4]) an über die morphologische Bedeutung des gestrichelten Hornsaumes, deren nähere Ausführung er in einer, so viel ich weiß, bis jetzt noch nicht erschienenen Arbeit verspricht. Er glaubt, daß der Hornsaum „eine weitere Ausbildung, respektive eine Rückbildung eines früher andersartigen Zustandes sei, indem aus einer physiologisch höher stehenden früheren Einrichtung ein bloßes Schutzgebilde geworden" ist, und zwar sieht er den gestrichelten Saum als eine Rückbildung eines früheren Flimmerbesatzes an.

---

1) Chitin wenigstens wird nach Ewald und Kühne ebensowenig verdaut als Hornsubstanz. Siehe: Ewald und Kühne, die Verdauung als histologische Methode. Verhandlungen d. naturh. Vereins zu Heidelberg. N. F. Bd. I, p. 455.

2) l. c. p. 453.

3) Wenn wir nämlich von der Ewald-Kühne'schen Beobachtung an Corneazellen des Frosches absehen.

4) l. c. p. 485.

Wie sich PFITZNER die Sache denkt, ist nicht klar ersichtlich. Er spricht von „kurzen steifen Härchen“, die er auf den Epidermiszellen junger Larven beobachtet haben will. Ob diese „steifen Härchen“ als Wimpern aufgefaßt werden, die bereits in einem Umbildungsprozeß begriffen sind, ist nicht direkt gesagt, muß aber aus der ganzen Darstellung geschlossen werden.

Ich muß gestehen, daß ich beim Anblick der peripheren Epidermiszellen der Salamanderlarve lebhaft an Wimperzellen erinnert wurde, wie ich sie früher im Darm von Bithynia tentaculata gesehen hatte, insbesondere erinnerte mich die Strichelung der Pseudocuticula an die Stäbchenstruktur jener Wimperzellen. Ohne die Frage nech der Bedeutung der oft beschriebenen Stäbchenstruktur bei derartigen Wimperzellen zu berühren, ohne überhaupt auf die mehrfachen neueren Untersuchungen über den komplizierten Bau von Wimperzellen einzugehen, greife ich auf eine der ältesten, diesen Gegenstand berührenden Arbeiten zurück und verweise insbesondere auf Fig. 9 und 10 einer Arbeit von P. MARCHI [1]). Hier ist eine Wimperzelle gezeichnet, wie sie ganz ähnlich im Darm von Bithynia tentaculata vorkommt. Und eine im wesentlichen ganz gleiche Zelle ist die von mir beobachtete periphere Epidermiszelle [2]) der jungen Larve von Salamandra atra. Genau wie auf der Zeichnung von MARCHI haben wir auch hier eine Wimperzelle, deren Wimpern weit in die Zelle hineinreichen und eine an der Peripherie der Zelle liegende schmale Cuticula durchbohren. Der von mir beobachtete und beschriebene Vorgang [3]) an der Kiemenzelle des schwarzen Salamanders dürfte vielleicht einiges Licht auf die Entstehung des gestrichelten Saumes werfen. Es scheint mir nicht unmöglich, daß wie dort infolge der Quellung und dem dadurch bedingten Absterben der Zelle die resistentere Wimper sich kontrahiert, dieselbe bei eintretender Verhornung des subcuticularen Saumes sich ebenfalls zusammenzieht, aber nicht wie bei der Quellung nach der Peripherie, sondern nach abwärts, dergestalt, daß der vorher freibewegliche Teil der Wimper sich in die Zelle zurückzieht [4]).

1) P. MARCHI, Betrachtungen über Wimperepithel. Archiv f. mikr. Anat. II, Taf. XXIII, Fig. 9 u. 10.

2) Fig. 5.

3) pag. 573.

4) Ich bezweifle, daß diese Darstellung mit der PFITZNER'schen Vorstellung, so wenig man auch über dieselbe wissen kann, übereinstimmt, denn die Fähigkeit der Kontraktion wird PFITZNER den „steifen Härchen“ wohl kaum zugetraut haben.

Obwohl die eingezogene Wimper schließlich auch verhornen wird, so ist es doch durchaus nicht auffallend, wenn sich die durch die Verhornung verwandelte Wimper von dem durch den gleichen Prozeß modifizierten Zellprotoplasma immer noch unterscheiden wird.

Wenn wir die Frage aufwerfen, ob der offenbar sehr rudimentären Cuticula noch eine Funktion zuzuschreiben ist, so darf wohl als sicher angenommen werden, daß die ursprüngliche Funktion, nämlich der Schutz des Integumentes vor äußeren Einflüssen, höchstens bei ganz jungen Larven der Cuticula zukommt. In den meisten Fällen wird die viel stärker entwickelte Hornschicht diese Funktion übernehmen. Immerhin ist die Cuticula wohl nicht ohne physiologischen Einfluß, denn sie ist es offenbar, die den Häutungsprozeß bedingt. Die über den peripheren Epidermiszellen lagernde feste Schicht schließt die Möglichkeit aus, die obersten Partien der Epidermis in kleinen Schüppchen abzustoßen und macht dadurch die periodische Häutung nötig[1]).

Das Verhalten der Epidermis der Amphibienlarven ist die Wiederholung eines Zustandes, wie er bei den Fischen, wenigstens teilweise, dauernd besteht. Es kann wohl keinem ernstlichen Zweifel unterliegen, daß der gestrichelte Saum, wie wir ihn z. B. auf der einschichtigen Epidermis des Amphioxus sehen, mit dem gestrichelten Saum der Amphibienlarven homolog ist. Es wäre ein gar zu sonderbarer Zufall, wenn zwei so völlig gleich aussehende, an der nämlichen Körperstelle sich findende Gebilde auf verschiedenem Wege entstanden wären. Und da die Amphibien ja überhaupt in so vielen Beziehungen einen fischähnlichen Zustand durchmachen, so wäre es widersinnig, das Auftreten des gestrichelten Saumes während des Larvenlebens der Amphibien nicht für eine ontogenetische Wiederholung eines Zustandes anzusehen, wie er bei manchen Fischen sich dauernd erhalten hat. Ich hätte den Hinweis auf die Homologie der in Rede stehenden Gebilde überhaupt für überflüssig gehalten, wenn nicht von seiten eines hervorragenden Forschers eine gegenteilige Ansicht geäußert worden wäre. Denn wenn F. E. Schulze der Ansicht ist, daß bei den Fischen die senkrechte Streifung des Saumes durch Porenkanäle, bei den Amphibienlarven dagegen durch Stäbchen hervor-

1) Dieser Gedanke wurde zuerst von Leydig ausgesprochen.

gebracht werde [1]), so kann er doch unmöglich beide Gebilde für homolog halten.

Ein eigentlicher Anhaltspunkt, die Pseudocuticula für porös zu halten, fehlte stets, und PFITZNER weist mit Recht darauf hin, daß man in diesem Falle doch Flüssigkeit durch die Poren müßte austreten sehen. Mit dem hier gelieferten Nachweise, daß der betr. Saum überhaupt keine Cuticula ist, daß vielmehr die echte Cuticula über diesem Saume liegt, fällt natürlich jede Möglichkeit weg die Streifung als den Ausdruck von Poren anzusehen.

F. E. SCHULZE hat auch bei mehreren Knochenfischen auf den peripheren Epidermiszellen einen Grenzsaum mit senkrechter Streifung wahrgenommen. Mir stehen hier keine eigenen Untersuchungen zu Gebote, ich bin daher nicht imstande, die betreffenden Fälle zu beurteilen.

Die oben geschilderten Verhältnisse bei den Reptilien lassen sich unschwer aus denen der Amphibien ableiten. Mit der vollkommen veränderten Ernährungsweise des Embryos ist das Wimperepithel, das bei dem noch in der Eihülle liegenden Tritonenembryo znr Herbeistrudelung des sauerstoffreichen Wassers, bei dem im Nahrungsbrei liegenden Embryo von Salamandra atra zur Herbeistrudelung der Nährstoffe dienen konnte, völlig überflüssig geworden, und mit dem Wimperkleid fiel auch der Anlaß zur Entstehung des gestrichelten Saumes weg. Es ist daher leicht begreiflich, daß sich der gestrichelte Saum bei Reptilienembryonen nicht mehr findet.

Ein Querschnitt durch die Epidermis des ausgebildeten Reptils könnte den Eindruck machen, als ob die Cuticula bloß ein Verschmelzungsprodukt cuticularer Stacheln oder Leisten sei. Diese Ansicht hegen CARTIER und BRAUN, die in dem Auftreten dieser Cuticulargebilde die mechanische Einleitung des Häutungsprozesses erblicken, eine Ansicht, die BRAUN durch eine angebliche Analogie mit dem Häutungsprozeß des Flußkrebses stützen zu können glaubt. Daß die Cuticula kein Verschmelzungsprodukt cuticularer Borsten, Leisten etc. ist, sondern daß letztere Gebilde sekundärer Natur sind, beweist die von mir gefundene völlig skulpturlose Cuticula des Reptilienembryos.

Es wäre auch gar nicht erklärlich gewesen, wie bei den Wirbeltieren überhaupt die Cuticula aufgetreten ist. Dieselbe kann doch nur aus Zuständen niederer Tiere abgeleitet

---

2) l. c. p. 300, 301.

werden. Wollte man aber die BRAUN-CARTIER'sche Auffassung gelten lassen, also annehmen, daß die Cuticula erst nach Ablauf des embryonalen Lebens auftrete und die Häutung einleite, so könnte sie doch kaum als ein solches Erbstück aufgefaßt werden, man müßte sie als eine selbständige Erwerbung betrachten, die aber schwer zu erklären wäre. Denn das Zustandekommen dieser Erwerbung könnte man sich doch nur denken, wenn mit derselben ein Vorteil für das Tier verbunden wäre. Ein solcher fehlt aber, denn die Häutung ist doch der Abschürfung gegenüber kein Vorteil; sie ist nichts anderes, als eine notgedrungene Anpassung an eine vorhandene Cuticula[1]). Es ließe sich ja denken, daß die neu sich bildende Cuticula den Häutungsprozeß einleitet, aber diese Funktion ist dann nur eine sekundäre, die das phylogenetische Zustandekommen der Cuticula niemals bewirken konnte. Die ursprüngliche Funktion der Cuticula (Schutz des Integumentes gegen äußere Einflüsse) ist bei den Wirbeltieren offenbar verloren gegangen, bezw. von der viel mächtigeren Hornschicht übernommen worden, so daß wir die Cuticula der Wirbeltiere als ein rudimentäres Gebilde zu betrachten haben, das seine primäre Funktion verloren und dafür vielleicht eine sekundäre übernommen hat. Ob wirklich eine solche sekundäre Funktion (Einleitung des Häutungsprozesses) von der Cuticula vollzogen wird, scheint mir übrigens noch nicht einmal zweifellos festgestellt. Mag die Häutung erleichtert werden, — der Anfang derselben ist doch wohl das völlige Absterben der oberen Schichten. Den Vergleich mit den Arthropoden halte ich daher nicht für vollkommen zutreffend, da der Häutungsprozeß der Wirbeltiere und der der Arthropoden nicht in jeder Beziehung gleiche Vorgänge sind. Bei den Arthropoden ist er ein rein mechanischer Vorgang, indem nur eine Chitinlage abgestoßen wird, bei den Wirbeltieren aber ist er ein wenigstens teilweise physiologischer Prozeß, ein Absterben von Epidermiszellen. Wie dem aber auch sein mag, jedenfalls beweist das Vorhandensein der Cuticula beim Reptilien-Embryo, daß auch hier die Einleitung der Häutung nicht die primäre Funktion der Cuticula sein kann, denn wäre sie dies, so würde sie nicht da zuerst auftreten, wo sie gar keine Häutung einleiten kann.

---

1) Hier ist natürlich nicht die während der Häutung neuentstehende, sondern die alte, über der abzuwerfenden Schichte der Epidermis lagernde Cuticula gemeint.

Zum Schluß meiner Arbeit erfülle ich noch die angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Professor R. Hertwig, für den Hinweis auf diesen Gegenstand und für das fördernde Interesse, das er meiner Untersuchung gewidmet hat, meinen wärmsten Dank auch an dieser Stelle auszusprechen.

Großen Dank schulde ich ferner Herrn Professor Nüsslin in Karlsruhe, der durch die mir gütigst erteilte Erlaubnis, während der Ferien das dortige Institut zu benutzen, meine Untersuchung wesentlich unterstützte.

Neuenheim bei Heidelberg, März 1889.

Erklärung der Tafel XXVIII.

Fig. 1. Zelle aus der Epidermis des Amphioxus.
a) Cuticula.
b) Pseudocuticula.

Fig. 2. Querschnitt durch die Epidermis von Anguilla fluviatilis.
a) Cuticula.

Fig. 3. Querschnitt durch die Epidermis einer älteren Larve von Salamandra atra.
a) und b) wie bei Fig. 1.

Fig. 4. Querschnitt durch die Epidermis der Cornea von Triton cristatus.
a) Cuticula.
a[1]) Fortsätze der Cuticula.
b) Pseudocuticula.

Fig. 5. Epidermiszelle einer 2 cm langen Larve von Salamandra atra in Quellung begriffen.
a) Cuticula.

Fig. 6. Zelle aus der Epidermis der Kieme einer Larve von Salamandra atra.
a) Cuticula.

Fig. 7. Querschnitt durch die Epidermis von Triton marmoratus.
a) Cuticula.
b) Pseudocuticula.

Fig. 8. Querschnitt durch die Epidermis von Triton igneus.
a) und b) wie bei Fig. 7.

Fig. 9. Querschnitt durch die Epidermis des Fußballens von Bufo americana.

Fig. 10. Querschnitt durch die oberste Zellenlage der Epidermis des Hochzeitskammes von Triton taeniatus.
a) Cuticula.

Fig. 11. Querschnitt durch die Epidermis der Schuppenanlage eines Embryo's von Lacerta vivipara.
a) Cuticula.
a[1]) Stellen, wo die Cuticula sich gehoben hat.
b) Epitrichialschicht.

Fig. 12. Querschnitt durch die abgeworfene Haut der erwachsenen Eidechse (Lacerta agilis).

Fig. 13. Dasselbe Objekt in Kalilauge gequollen.
a) Cuticula.

Die Figuren sind nach Hartnack Imm. 10 oder nach Seibert Imm. VII gezeichnet.

Ein Fall von Neubildung der Scheibe in der Mitte eines abgebrochenen Seesternarmes.

Von

Dr. Richard Semon.

Hierzu Tafel XXIX.

Zu den zahlreichen Fällen [1]) von Scheibenneubildung an spontan abgeschnürten oder gewaltsam abgetrennten Seesternarmen füge ich den Bericht eines neuen hinzu, der manches eigenartige darbietet.

Es handelt sich um ein Exemplar von Ophiopsila aranea, das von Herrn SALVATORE LO BIANCO unter Schlamm und Detritus vom Gestade des Posilip bei Neapel aufgefunden und mir freundlichst zu näherer Untersuchung überlassen worden ist.

Das Objekt, das in Alkohol konserviert ist, steht zu meiner freien Verfügung. Dennoch habe ich mich auf eine Untersuchung des unzerschnittenen, unentkalkten Tieres beschränkt. Um das nachzuweisen und aufzuklären, worauf es mir zunächst ankam, reicht diese Methode aus, oder, besser gesagt, man kann mit ihr bis zu einem gewissen Grade einen Wahrscheinlichkeitsbeweis liefern. Darüber hinaus wird man aber, wie ich glaube, auch nicht durch Untersuchung der Weichteile gelangen. Dabei besteht der große Vorteil, daß das Objekt völlig intakt und ein wertvolles Material für den Fall bleibt, daß weitere Fragen sich an die hier

1) Eine Zusammenstellung dieser und ähnlicher Fälle, die bis zum Jahre 1878 reicht, findet sich in: E. HAECKEL, Die Kometenform der Seesterne und der Generationswechsel der Echinodermen. Zeitschr. f. wissenschaftl. Zool., Bd. 30, Supplement, 1878, S. 424—445.

besprochene knüpfen oder auch unabhängig von ihr auftauchen sollten.

Indem ich somit das Objekt in unverändertem Zustande für etwaige spätere Untersucher aufbewahre, habe ich gleichzeitig, was die äussere Form anlangt, den Fachgenossen das ganze Material zu eigener Prüfung an die Hand gegeben, indem ich durch Herrn A. Giltsch auf Taf. XXIX, Fig. 1 und 2 vergrößerte Abbildungen des Tieres in Rücken- und in Bauchansicht herstellen ließ, die eine vollkommene Portraittreue bis auf Zahl und Lage der kleinsten Stacheln besitzen. Mit bekannter Meisterschaft hat Herr Giltsch die schwierige Aufgabe gelöst, ein kompliziertes Objekt bei starker Lupenvergrößerung bis in das kleinste Detail genau und naturgetreu wiederzugeben. Figur 3 und 4 stellt normale Exemplare von Ophiopsila aranea in Rücken- und Bauchansicht zur Vergleichung dar.

Zunächst ist vorauszuschicken, daß kein Zweifel über die Bestimmung der Art als Ophiopsila aranea obwaltet. Ich habe zahlreiche Exemplare dieser Spezies in Neapel gesammelt. Dieselben variieren in ihrer Färbung, der Zeichnung der Arme, der Zeichnung der Rückenscheibe und der Schuppenbedeckung der Radialschilder in hohem Maße. Die Abweichungen sind aber durch alle denkbaren Übergänge verbunden. In der von Ludwig umgearbeiteten dritten Auflage der Synopsis von Leunis finde ich S. 926, als charakteristisch für Ophiopsila aranea angegeben, daß von den 6 Mundpapillen sich 2 mit ihren Spitzen kreuzen. Bei den von mir in Neapel gesammelten Exemplaren kommt eine derartige Kreuzung vor, ist aber durchaus nicht Regel. Auch finden sich nicht selten nur 4 statt 6 Mundpapillen. Auch die fernere Angabe der Synopsis, daß sich je 2 Füßchenschuppen finden sollen, ist für meine Exemplare nicht charakteristisch. Meistens ist nur eine, seltener sind 2 Füßchenschuppen vorhanden. Armstachel finde ich meistens nur bis zu je 6. Nur sehr selten ist ein siebenter Stachel angedeutet. Wir haben also wahrscheinlich in den von mir in Neapel gesammelten Exemplaren von Ophiopsila aranea gegenüber der von der Synopsis charakterisierten Form eine wenig scharf ausgesprochene Varietät vor uns.

Wenden wir uns nun zur näheren Untersuchung unseres Objekts, so erhalten wir bei Prüfung des Gesamtbildes zunächst den allgemeinen Eindruck, als ob eine kleine Scheibe mit drei kleinen Armen in die Kontinuität eines größeren Armes einge-

schaltet sei. Dieser Eindruck drängt sich jedem beim ersten Blick auf. Wir haben zu untersuchen, ob er durch eine sorgfältige Prüfung befestigt oder widerlegt wird.

Bezeichnen wir des kürzeren Ausdrucks wegen die Arme der Ophiure in der auf Taf. XXIX, Fig. 1 und 2 vorgenommenen Weise mit den römischen Ziffern I—V, so würden nach der zu prüfenden Auffassung Arm III und V zusammen einen früher einheitlichen Arm vorstellen, in dessen Kontinuität die kleine, noch embryonale Scheibe mit den daraus hervorsprossenden jungen Armen I, II, IV eingeschoben wäre.

Es wäre aber auch noch folgende andere Erklärung des Phänomens möglich, daß einfach die Arme III und V in ihrem Wachstum den drei anderen Armen vorausgeeilt seien. Eine so bedeutende Größendifferenz wie die vorliegende ließe sich auf diesem Wege aber nur durch die Annahme entweder einer Verkümmerung der drei kleineren oder eines übermäßig gesteigerten Wachstums der beiden größeren Arme, also durch pathologische Vorgänge erklären.

Wir hätten demnach zu untersuchen:

1) Sind die Arme I, II, IV gleichalterig mit den Armen III und V, oder sind sie jünger als jene?

2) Wie verhalten sich die Arme III und V nach Ausbildung und Lage zur Scheibe und den anderen Armen?

Was die erste Frage anlangt, so ist ein pathologisches Zurückbleiben im Wachstum bei den Armen I, II und IV, eine Verkümmerung sehr unwahrscheinlich.

Durch Vergleichung mit jungen normalen Ophiopsilen kann man sich überzeugen, daß die Arme nach Größe und Ausbildung genau zu der Scheibe passen, der sie ansitzen. Es müßte also auch die Scheibe mit verkümmert sein. Nun verhalten sich aber sowohl die Scheibe als auch die Arme selbst ganz wie die Scheibe und die Arme eines sehr jungen Tieres. Die Mundschilder, Madreporenplatte, Armschilder, Papillen und Stacheln ebenso wie auch die Füßchen zeigen durchaus normale, nur eben embryonale oder richtiger jugendliche Zustände. Die Spitze aller drei Arme zeigt das Hervorknospen und die Abschnürung neuer Segmente in derselben Weise, wie wir sie an normalen Individuen und auch an der Spitze des großen Armes III wahrnehmen. Nur der große Arm V zeigt an seiner Spitze pathologische Verhältnisse und Verkümmerung des Wachstums.

Zeigen somit die Arme in keinem ihrem Bestandteile anormale oder pathologische Verhältnisse, so läßt sich aus dem Umstande, daß alle drei genau die gleiche Anzahl von Segmenten besitzen, nämlich 13 deutliche Abschnitte und außerdem eine Spitze, die ihrerseits schon wieder eine Gliederung in 3 Segmente erkennen läßt — aus diesem Umstande läßt sich folgern, daß das Wachstum dieser drei Arme ein vollkommen normales gewesen ist, denn es ist doch mehr als unwahrscheinlich, daß eine Verkümmerung oder Wachstumshemmung sich bei allen drei Armen so bis ins feinste Detail hinein gleichartig geäußert haben sollte. Wir sind vielmehr berechtigt, die drei Arme ebenso wie die Scheibe für normale aber jugendliche Entwicklungszustände zu erklären.

Es bliebe nun noch die Möglichkeit, daß anormale Wachstumsverhältnisse, hypertrophisches Wachstum die abweichende Beschaffenheit der Arme III und V veranlaßt haben könnten.

Auch hier ist zunächst zu konstatieren, daß Schilder, Stacheln und Füßchen dieser beiden Arme sich durchaus verhalten wie die entsprechenden Gebilde normaler und zwar alter Tiere. Die Spitzen beider Arme sind abgebrochen und haben sich regeneriert und zwar diejenige von Arm III in normaler, die von Arm V in anormaler Weise. Um es kurz zu sagen, ist das anormale Ende von Arm V die einzige pathologische Erscheinung, die sich an irgend einem Teile unseres Tieres bei schärfster Nachforschung entdecken läßt. Ich komme darauf noch später zurück. Fassen wir aber zunächst den Arm III ins Auge, so müßten wir annehmen, daß er in derselben Zeit mehr als 25 Segmente nebst der Spitze entwickelt habe, in welcher die Arme I, II und IV nur 13 viel kleinere Segmente nebst der Spitze bildeten. Mehr als 25 Segmente, denn Arm II ist, wie ohne weiteres ersichtlich, hinter dem 8. Segmente abgebrochen gewesen und hat von dieser Stelle ab noch 17 weitere Segmente regeneriert.

Wir müßten annehmen, daß Arm III und wahrscheinlich auch V ein mehr als doppelt so intensives, im übrigen ganz normales Dicken- und Längenwachstum besessen habe als die ebenfalls normal gebildeten, völlig gleichentwickelten drei anderen Arme.

Dagegen spricht aber auch noch folgende Erwägung: Wollten wir uns die Entstehung des uns vorliegenden Tieres in der gewöhnlichen Weise erklären und das Ungewöhnliche an ihm allein auf intensiveres Wachstum der Arme III und V zurückführen, so hätten wir auch diese Arme als Appendices, als Produkte der Scheibe aufzufassen. Die Scheibe enthält den Darm und die Zen-

tralstellen des Nerven- und Gefäßsystems. Ein peripheres Wachsen der Arme unter gleichzeitigem Zurückbleiben der ernährenden Zentralstelle, der Scheibe, ist schwer vorzustellen. Wie stark aber die Scheibe unseres Tieres im Wachstum zurückgeblieben sein müßte, wenn sie wirklich von vornherein die Trägerin der Arme III und V gewesen wäre, das zeigt Fig. 4, auf der die Scheibe einer gewöhnlichen Ophiopsila abgebildet ist, deren Armstärke den Armen III und V unseres Objekts entspricht. An der Scheibe unseres Tieres sind übrigens auch von den Bursalspalten, die auf der Scheibe Fig. 4 so deutlich und groß hervortreten, nicht einmal Andeutungen wahrzunehmen.

Alles dieses zusammengenommen macht meiner Ansicht nach die Erklärung des Phänomens durch Differenzen in der Intensität des Wachstums zwar unwahrscheinlich; schließt diese Erklärung aber keineswegs vollkommen aus.

Bei anderen Tieren besitzen wir über die Gesetze des normalen und pathologisch vermehrten oder verminderten Wachstums nur geringe Erfahrungen. Die Pathologie des Menschen aber verfügt über eine Summe von Kenntnissen in dieser Richtung, und dort sind in der That Fälle bekannt, in welchen ein völlig normales vermehrtes (oder vermindertes) Wachstum von peripheren Teilen bei gleichzeitig normalem Wachstum der zentralen Teile beobachtet worden ist (partieller Riesenwuchs, Acromegalie.) Allerdings pflegen sich häufig bei genauer Untersuchung Anomalien der betreffenden Organe in Form oder besonders in Beteiligung der verschiedenen Gewebe bei der Vergrößerung herauszustellen. Doch kommt auch vermehrtes Wachstum mit normaler Beteiligung aller Konstituenten des betreffenden Organs vor.

In unserem Falle, der nach den bisherigen Erörterungen doch immer noch als ein zweifelhafter erscheinen möchte, besitzen wir aber in den Achsenverhältnissen der verschiedenen Arme zueinander und zur Scheibe ein weiteres wichtiges Kriterium, das zusammengehalten mit den besprochenen Größenverhältnissen schwer in die Wagschale fällt.

Bei normalen Seesternen und Schlangensternen bilden, sofern sie fünfarmig sind, je zwei aneinanderstoßende Arme einen Winkel von 72°, je zwei nicht aneinanderstoßende also einen Winkel von 144°.

Dieses, kleine Schwankungen abgerechnet, sehr konstante Winkelverhältnis ist in unserem Falle nun bedeutend verschoben, und diese Verschiebung kann schwerlich ungezwungen durch die

Annahme von Differenzen in der Wachstumsintensität, sie kann dagegen sehr plausibel durch die andere vorhin erörterte Annahme erklärt werden. Denn die Scheibe selbst ist ganz normal gebildet und keineswegs durch die starke Entwickelung der Arme III und V in einer Weise beeinflußt, daß aus ihr die Verschiebung der Armwinkel resultieren müßte.

Betrachten wir zunächst unser Tier in der Rückenansicht (Fig. 1), so sehen wir ohne weiteres, daß die Wurzelsegmente — auf diese allein ist zu achten — von Arm III und V eine etwas geschweifte Linie, keineswegs einen Winkel von 144° miteinander bilden. Auch bildet Arm IV mit Arm II einen ganz anderen Winkel als mit Arm I.

Einen genaueren Einblick erhalten wir aber erst durch Untersuchung der Bauchansicht. Bei älteren Tieren nämlich, wie sie auf Fig. 3 und Fig. 4 abgebildet sind, werden die Wurzelsegmente in Rückenansicht von der Scheibe verdeckt (vgl. Fig. 4); so erscheinen Täuschungen über die Winkelstellung wie in Fig. 3; denn die Bauchansicht des dort abgebildeten Tieres lehrt, daß auch bei ihm die Wurzelsegmente den gewöhnlichen Winkel bilden. Bei dem monströsen Objekte sind die Wurzelsegmente auch in der Rückenlage noch unbedeckt von der Scheibe.

Einen ganz klaren Einblick gewährt, wie gesagt, erst die Bauchansicht. Aus ihr geht hervor, daß der Achsenwinkel der Arme III und V sich der Geraden nähert. Normalerweise müßte die Achse des Wurzelsegments von Arm V das gegenüberliegende, interradial gelegene Mundschild halbieren oder wenigstens treffen. Letzteres ist in unserem Falle dadurch gekennzeichnet, daß er die Madreporenplatte trägt.

Wir wir aber sehen, weicht diese Achse statt dessen stark gegen Arm III ab, so daß die Achsen beider Arme einen kaum merklichen Winkel bilden; ja fassen wir die Achsen beider Arme in ihrer Gesamtheit ins Auge, so wird die Einheitlichkeit des ganzen Gebildes noch deutlicher.

Wir sehen unser Tier in einem merkwürdigen Entwickelungszustand. Einerseits ist die ursprüngliche Gleichachsigkeit von Arm V und III noch deutlich wahrzunehmen. Andrerseits beginnt sich die für die Echinodermen charakteristische Stellung der Radien zu den Interradien auch zwischen alten Armen und den Teilen der neugebildeten Scheibe herauszubilden. Auf diese Weise liegt Arm III schon dem entsprechenden interradialen Mundschild genau gegenüber. Andrerseits bringt Arm V es noch fertig, die

Verlängerung seiner Achse annähernd in die Achse von Arm III fallen zu lassen und zwar geschieht das durch schiefe Insertion erstgenannten Arms an der Scheibe.

Diese Symmetriestörung hat auch noch andere, weniger scharf hervortretende im Gefolge.

Die Scheibe normaler Tiere pflegt recht symmetrisch gebaut zu sein, Schwankungen von wenigen Winkelgraden abgerechnet, die selbstverständlich sind, da wir es mit organischen Wesen, nicht mit Krystallen oder geometrischen Figuren zu thun haben. Man vergleiche darüber Figur 4. Da die starke Asymmetrie speziell in der Form, wie sie hier vorliegt, durch die Annahme der Neubildung einer Scheibe in der Kontinuität eines Arms sehr gut, durch vermehrtes Wachstum zweier Arme wenigstens in der vorliegenden Form gar nicht erklärt wird, so denke ich, liegt weitaus die größere Wahrscheinlichkeit auf Seiten der ersteren Annahme, besonders wenn man die schon erörterten Größenverhältnisse mit in Betracht zieht.

Ich will nun kurz ausführen, wie ich mir den Vorgang in seinem Verlauf vorstelle, obwohl sich das Einzelne nur vermuten und kombinieren, nicht streng beweisen läßt.

Das Armstück, das durch die Arme V und III repräsentiert wird, ist so aufzufassen, daß Arm V die mehr zentral, Arm III die mehr peripher oder distal gelegenen Teile eines einzigen abgebrochenen Ophiuridenarms darstellt. Der Arm wäre also an der Spitze von Arm V von dem Muttertier abgebrochen zu denken.

Unter normalen Verhältnissen würde sich nun direkt an der Bruchstelle eine neue Scheibe gebildet haben, wie dies bei vielen Seesternen schon häufig beobachtet ist. In unserem Falle ist dies aber unterblieben und zwar wahrscheinlich deshalb, weil an der Bruchstelle krankhafte, vielleicht septische Prozesse Platz griffen. An der Armspitze von Arm V lassen sich nämlich noch jetzt Zeichen einer Erkrankung erkennen. Nach Bildung der Scheibe hat auch an jener Spitze eine Regeneration, eine Neubildung von Armgliedern begonnen. Jene Armglieder, 10 an der Zahl, zeigen sich indessen unverkennbar mißgebildet. Sie sind im Verhältnis zu ihrem Alter viel zu klein, haben anormale Form und entbehren vollkommen der Anlagen von Stacheln, Füßchen und Füßchenschuppen. Das kann man ohne weiteres durch Vergleichung mit den Armspitzen von I, II und IV und der mit letzteren übereinstimmenden Spitze von Arm III erkennen.

Aus diesem Grunde der Erkrankung der Bruchstelle hat sich meiner Ansicht nach nicht an der Spitze von Arm V, sondern 10 Glieder weiter abwärts die Scheibe zwischen zwei Gliedern des abgebrochenen Arms regeneriert. Vielleicht wundert man sich zunächst darüber, daß die Regeneration an einer so ungewöhnlichen Stelle auftrat und nicht dann schon gleich am anderen, dem distalen Ende, wo der Arm zu dieser Zeit auch abgebrochen, seiner Spitze beraubt war, also am Ende von Arm III. Die Antwort hierauf ist nicht schwer. Weil sich in diesem Fall die Nervenleitung in dem ganzen Arm hätte umkehren müssen. Der Nervenring der Scheibe ist bekanntlich bei allen Echinodermen das physiologische Zentralorgan. Die zentripetalen Fasern des Ambulacralnerven hätten zu zentrifugalen, die zentrifugalen zu zentripetalen werden müssen, wenn das Zentralorgan sich an dem distalen Ende, dem Ende von Arm III regeneriert hätte. Auch so wie der Fall uns vorliegt, hat eine Umkehrung der Leitung in dem 10-gliedrigen proximalen Anteil, der uns jetzt als Arm V entgegentritt, stattgefunden. Es dürfte dabei das nächstliegende sein, an eine vollkommene Neubildung der Leitung in dem betreffenden Armabschnitt zu denken. Bis jene sich vollzogen hatte, war die Nervenleitung in jenem Armstück gestört oder ganz aufgehoben. Es war deshalb natürlich von entscheidendem Vorteil für das Tier, daß nicht der ganze Arm, sondern ein möglichst kleines Stück jene gewaltige Umwälzung durchzumachen hatte. So ist es vom Standpunkt der größten Zweckmäßigkeit aus leicht, die Neubildung an jener Stelle zu erklären, wennschon wir uns über die dabei thätigen Kräfte und die physiologischen Ursachen selbst vollkommen im Dunkeln befinden.

Die eben dargelegte Anschauung wird auch durch die oben besprochenen Symmetrieverhältnisse bestätigt. Arm III verhält sich genau wie ein Arm, der an seinem zentralen Ende eine Scheibe regeneriert hat, Arm V sitzt dieser Scheibe unsymmetrisch und schief als bloßer Appendix an.

Wahrscheinlich ist gleichzeitig mit dem Abbrechen des Armstücks auch dessen Spitze am Ende von Arm III abgebrochen. In der gleichen Zeit, während derer sich im Verlauf des Armes die Scheibe mit ihren hervorsprossenden drei Armen regenerierte, hat sich auch die Spitze von Arm III regeneriert. Hier haben sich außer der Spitzenknospe 17 Glieder neugebildet, bei den der Scheibe ansitzenden 3 jungen Armen nur 13. Diese Differenz erklärt sich leicht, wenn man bedenkt, daß in letzterem Falle eben

auch noch Material und Zeit zur Neubildung der Scheibe aufgewendet werden mußte.

Besonders in der Rückenansicht tritt deutlich hervor, daß die vier ersten Segmente der Arme III und V gegen die von der Scheibe entfernteren etwas im Wachstum zurückgeblieben sind und die Scheibe dorsalwärts auf sie überzugreifen beginnt. Beides, das Kleinerbleiben der der Scheibe benachbarten Armglieder und die Einbettung der ersten drei bis vier in die Scheibe, entspricht vollkommen den Verhältnissen, wie sie uns bei normalen älteren Tieren entgegentreten und wie sie auf Fig. 4 ersichtlich sind.

Hiermit ist alles erschöpft, was ich über diesen Fall zu sagen hätte. Man wird mich sogar vielleicht tadeln, daß ich so umständlich ein derartiges isoliertes Vorkommnis behandelt habe, aus dem allein sich keinesfalls weitere Schlüsse ziehen lassen, ja dessen Erklärung selbst sich nicht über jeden Zweifel sicher stellen läßt. Ich habe aber nur beabsichtigt, einen Baustein für spätere Untersuchungen zu liefern, die die Frage der Regeneration einmal von umfassendem Standpunkt behandeln werden.

Daß hier noch Fragen von weittragender Bedeutung schlummern, liegt auf der Hand. Ich erinnere nur an die Umkehrung der Nervenleitung in dem Armstück V. Auch ist die Regenerationserscheinung bei einer Ophiuride weit merkwürdiger als bei einer Asteride, da bei ersterer weder Darm noch Geschlechtsorgane in die Arme dringen, sondern auf die Scheibe beschränkt bleiben. Unser Objekt hat also den Darm ganz aus sich selbst heraus ohne Anknüpfung an präexistierende Darmteile neubilden müssen. Unser Tier ist, wie ein Blick auf die unentwickelte Scheibe beweist, die der Bursalspalten ermangelt, noch geschlechtlich unentwickelt. Es würde bei weiteren Untersuchungen ganz besonders darauf zu achten sein, ob abgetrennte Ophiuridenarme, die weder Teile des Darms noch der Geschlechtsorgane in sich bergen, nicht nur die Scheibe regenerieren, sondern auch Geschlechtsprodukte entwickeln können. Die Entscheidung dieser Frage würde für das Problem der Kontinuität des Keimplasmas von Bedeutung sein.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXIX.

Fig. 1. Das beschriebene, in Alkohol konservierte Exemplar von Ophiopsila aranea in Rückenansicht bei 10-facher Vergröfserung. Die römischen Ziffern I—V dienen zur Kennzeichnuug der Arme.

Fig. 2. Dasselbe Tier in Bauchansicht bei 20-facher Vergröfserung. *msch* Mundschilder, von denen einer als Madreporenplatte *mdp* dient. *bsch* Bauchschild des Armes, *f* Füfschen, *fs* Füfschenschuppe.

Fig. 3. Normales Exemplar von Ophiopsila aranea in Rückenansicht bei 9½-facher Vergröfserung. Dieses Exemplar ist der Armdicke nach jünger als die Arme III und V und älter als die Arme I, II, IV des in den vorigen Figuren abgebildeten Tieres. (An zwei Armen ist die Spitze abgebrochen.)

Fig. 4. Normales Exemplar von Ophiopsila aranea, das seiner Armdicke nach genau den Armen III und V des monströsen Exemplars entspricht. Bauchansicht der Scheibe bei 20-facher Vergröfserung. Die Zeichnung ist nach einem getrockneten Exemplar ausgeführt, deshalb sind die Füfschen *f* geschrumpft. *mdp* Madreporenplatte. *bsp* Bursalspalten.

Zur Entwickelungsgeschichte der Pyrosomen.

Von

Oswald Seeliger,
Privatdozent an der Universität Berlin.

Hierzu Tafel XXX—XXXVII.

Nach den bekannten Untersuchungen von HUXLEY[1]) und KOWALEVSKY[2]) verläuft die cyklische Entwicklung der Pyrosomen in folgender Weise: Aus dem befruchteten Ei geht nach mesoblastischer Furchung ein Keim hervor, der dem Dotter aufliegt und sich aus drei Keimblättern zusammensetzt: dem epithelialen Ektoderm und Entoderm und dem Mesenchym. Vom Ektoderm bilden sich die beiden Peribranchialröhren, welche die ganze Länge des Keimes durchziehen; vom Mesoderm die Perikardialröhre. Im vorderen Abschnitt tritt das ektodermale Nervensystem auf und bald darauf im hinteren ein zweites Nervenrohr, dessen Zurückführung auf eines der Keimblätter KOWALEVSKY nicht sicher gelungen ist. Diese einheitliche Bildung teilt sich in fünf Abschnitte. Der vorderste wird zum Cyathozooid, welches weiterhin sowie der Dotter eine Rückbildung erfährt, bevor es die ausgebildete Tunikatenform erreicht hat. Die vier hinteren Abschnitte bilden sich zu vollkommenen Pyrosomen aus und stellen die vier ersten Individuen dar, aus welchen durch weitere Knospung der Stock hervorgeht (Fig. 27, Taf. XXXII).

Im Kloakenraum der alten Tiere größerer Stöcke findet man das in Rückbildung begriffene Cyathozooid von der jungen Kolonie von 4 Ascidiozooiden umgeben. Die primären Leibeshöhlen der vier Individuen stehen noch untereinander in Verbindung, und ebenso kommunizieren die Kiemendarmhöhlen, indem ein Entodermrohr das hintere ventrale Ende der proximalen (dem Cyathozooid näher liegenden) Tiere mit dem dorsalen, dicht hinter dem Ganglion gelegenen der distalen in Verbindung setzt. In den

1) HUXLEY, „On the Anatomy and Development of Pyrosoma" Trans. Linn. Soc. of London, Vol. XXIII.

2) KOWALEVSKY, „Über die Entwickelungsgeschichte der Pyrosoma". Arch. f. mikr. Anat., Bd. XI, 1875.

vorgerückteren Stadien, welche nahe daran sind, das Muttertier zu verlassen, findet man bereits die Anlage des Stolo prolifer.

Obwohl ich solche Stadien im Laufe des Monats April in Villafranca zahlreich aus älteren Stöcken herauspräparierte, fand ich dennoch im pelagischen Auftrieb niemals die jüngsten bereits freigewordenen Kolonien von vier Individuen. Ich mußte mich daher damit begnügen, die Knospenbildung an älteren Kolonien zu untersuchen, und konservierte zu diesem Zwecke in Chromsäure und Alkohol absolut. hauptsächlich Pyrosoma atlanticum, die sich an einigen Tagen ziemlich zahlreich an der Oberfläche fanden. Pyrosoma gigas und elegans weisen, soviel ich beurteilen kann, die ganz gleichen Verhältnisse auf.

Später wurde mir das Material des Königsberger Museums zur Verfügung gestellt, und ich fand eine Anzahl von kleinen Kolonien, welche von Prof. Chun und Brandt in größeren Tiefen bei Neapel gefischt worden waren. An diesen konnte ich das erste Auftreten der ungeschlechtlichen Vermehrung und die Art und Weise der Stockbildung verfolgen und daher die Lücke ausfüllen, die mir mein Material gelassen. Ich finde somit Chun's [1]) Vermutung bestätigt, daß die jungen Kolonien von 4 Individuen nach dem Verlassen der Kloake des Muttertieres in die Tiefe sinken und dort mit der ungeschlechtlichen Vermehrung beginnen. Die älteren, aus zahlreicheren Individuen zusammengesetzten Stöcke steigen allmählich in höhere Wasserschichten empor. Freilich darf das nicht buchstäblich so genommen werden, als ob ausnahmslos in tieferen Schichten jüngere Stöcke sich fänden, sondern es gilt dies nur im Allgemeinen. So wurde, um nur Eines zu erwähnen, die junge, in Fig. 27, Taf. XXXII abgebildete Kolonie, welche den Beginn der Knospung zeigt, am 10./1. 87 in einer Tiefe von 300 Metern bei Capri gefischt, während ältere Stadien, auf welchen sich der Stolo eines jeden Ascidiozooids bereits in 3 Individuen zerfallen zeigt, gelegentlich in 800 oder gar 1300 Meter Tiefe gefunden wurden.

In der nachfolgenden Darstellung meiner Beobachtungen will ich in der Weise verfahren, daß ich zuerst die Verhältnisse schildere, wie sie bei der Knospung älterer Stöcke anzutreffen sind, weil ich diese Frage bei reichlichem Materiale eingehend erörtern

1) Chun, „Die pelagische Tierwelt in größeren Meerestiefen und ihre Beziehungen zu der Oberflächenfauna." Bibliotheca zoologica Heft 1, 1888, p. 42.

konnte. Sodann werde ich die Vorgänge der ersten Knospung der vier ersten Ascidiozooide und das Wachstum der Kolonie selbst kurz beschreiben.

Die Beschreibung der Knospung gebe ich in zwei Abschnitten, in deren erstem die Bildung des Stolo prolifer auseinandergesetzt ist, während der zweite die Umbildung der einzelnen Stolosegmente zu Pyrosomen behandelt. Die Resultate meiner Untersuchung geben Veranlassung zu einer Anzahl Schlüsse und Vergleichungen, welche ich teilweise bereits früher veröffentlicht habe [1]), zum Teil noch zurückhalten will, um sie mit den Ergebnissen, die ich über die ungeschlechtliche Vermehrung der Bryozoen gewonnen habe, im Zusammenhange demnächst vorbringen zu können. Nur einige der unmittelbar sich aufdrängenden Erörterungen möchte ich hier schon zur Sprache bringen.

I. Die Bildung des Stolo prolifer.

1.

Untersucht man das hintere ventrale Ende einer jungen Pyrosoma aus einem älteren Stocke (Fig. 1, Individuum III; Fig. 2, Ind. IV), so findet man die Teile, welche sich am Aufbau der Knospen beteiligen, deutlich gesondert. Es sind Derivate aller drei Keimblätter des Mutterindividuums, welche in die Knospengeneration übergehen.

Erstlich das Ektoderm, welches an der betreffenden Stelle, an welcher später der Stolo sich hervorstülpt (a in Fig. 1 u. 2), aus kleinen nahezu kubischen Zellen besteht, welche allseitig in die Plattenzellen des Hautepithels des Muttertieres übergehen. Der Formunterschied dieser Zellen tritt später immer schärfer hervor.

Zweitens nimmt das Entoderm des Muttertieres am Aufbau der Knospengeneration teil. In den eben angezogenen Abbildungen erkennt man, wie der Kiemendarm am hinteren Ende des Endostyls sich in eine Röhre (*d*) auszieht, welche ventral vom Herzen verläuft und dicht bis an das ektodermale Hautepithel heranreicht. Ich will hier gleich bemerken, was durch die nachfolgende Beschreibung später noch erhöhte Bedeutung gewinnen wird, daß dieses Entodermrohr oder Endostylfortsatz aus dem Verbindungs-

1) „Die Entstehung des Generationswechsels der Salpen". Jenaische Zeitschr. f. Naturw., Bd. XXII N. F. XV.

gang hervorgeht, durch welchen die Darmlumina der einzelnen Individuen der jungen Kette mit einander kommunizierten, bevor die Sonderung eine vollständige geworden war. In den Abbildungen wird man diese Stelle in den jüngeren Kettentieren unschwer auffinden.

Bei der Betrachtung von Querschnitten erhält man leicht ein klares Bild über die histologischen Verhältnisse dieses Entodermrohres. Auf Taf. XXXIV, Fig. 34—36, findet man drei Querschnitte durch die betreffende Stelle abgebildet. Der Endostylfortsatz erweist sich in dorso-ventraler Richtung ziemlich stark komprimiert, sein Lumen gegen das distale Ende zu verjüngt. Während im proximalen Abschnitt, dicht beim Endostyl, die seitlichen Zellen nur wenig höher sind als die der medianen Wandungen, tritt im distalen der Unterschied immer schärfer hervor, indem daselbst die ventralen und dorsalen bei weitem kleiner und platter sind als die seitlichen, welche zylindrisch bleiben. Übrigens finden sich unbedeutende histologische Unterschiede dieser Entodermregion bei verschiedenen Pyrosomen, wie denn auch die Form des Lumens auf dem Durchschnitte variiert und die schlitzförmige Gestalt bald mehr, bald minder scharf ausgeprägt erscheint.

Der dritte Bestandteil, welcher bei der Knospenbildung vom Muttertiere aus zur Verwendung gelangt, ist das Mesoderm. Schon bei schwacher Vergrößerung erkennt man dorsal vom oben beschriebenen Entodermfortsatz einen in der Medianebene des Tieres liegenden Zellhaufen (*ms*, Fig. 1 u. 2). Bei stärkerer Vergrößerung (Fig. 3) zeigt sich derselbe aus ziemlich gleichartigen Zellen zusammengesetzt. Die Kerne sind groß, und häufig sieht man sie in Teilung begriffen. Oft kann man schon auf frühzeitigem Stadium einzelne Zellen mit großem, bläschenförmigem Kern deutlich unterscheiden (Fig. 4), welche Eizellen darstellen. Die mesodermale Zellgruppe liegt im Eläoblast eingebettet, mit dem breiteren Basalteil, wie die Abbildungen auf Taf. XXX zeigen, dem verdickten Ektodermepithel genähert. Ich bezeichne sie als Keimstrang oder mesodermale Keimmasse.

Eine genaue Einsicht über die Lage und den Bau dieses Keimstranges erhält man erst auf Querschnitten, die senkrecht zum Endostyl geführt worden sind. In Fig. 38 u. 39, die der nämlichen Serie angehören, finden wir in den indifferenten Zellen die Eizelle eingebettet, welche durch den großen, bläschenförmigen Kern als solche zu erkennen ist und in der That, wie die weitere Entwicklung lehrt, zum Ei der zuerst aus dem distalen Stoloende

sich bildenden Knospe wird. Auch in Fig. 41 ist das Ei zu sehen, und gelegentlich finden sich innerhalb des Keimstranges mehrere eiähnliche Zellen vor (Fig. 43). In solchen Fällen dürften aber nicht alle Zellen mit keimbläschenartigem Kern die Entwicklung bis zu befruchtungsfähigen Eiern vollenden, sondern ein Teil derselben muß der Rückbildung verfallen, da ja eine jede Knospe nur ein Ei zur Ausbildung bringt. Von solchen Stadien werden wohl die abnormalen, aber häufig auftretenden Fälle, herzuleiten sein, in welchen in fast ganz vollkommen ausgebildeten, jungen Tieren neben dem eigentlichen Ei noch eine zweite Eizelle anzutreffen ist. Dieselben werden weiter unten noch besprochen werden.

Außer dieser ziemlich kompakten Mesodermgruppe finden sich in der primären Leibeshöhle zwischen dem Eläoblast und dem Entodermfortsatz, diesem dicht anliegend, eine Anzahl von Mesenchymzellen. Man sieht dieselben auf den Querschnitten Fig. 34—38. Diese Zellen entstammen, wie sich später ergeben wird, der nämlichen Anlage wie die eben beschriebene Keimmasse.

Einige Mesenchymzellen bilden an jeder Seite des Entodermfortsatzes schon in jüngeren Knospen einen Zellstrang (mz_1), der auf dem Querschnitt gewöhnlich ein bis drei Zellen zeigt. Auf geeigneten Längsschnitten (Fig. 81) sieht man, daß dieser Zellstrang auf der rechten Seite proximal zu bis dicht an das Perikardium heranreicht; distal zu verbreitert er sich und geht in die mesodermale Zellgruppe über, welche inzwischen bis hierher gerückt ist. —

Gelegentlich können auch ganz alte Tiere sich zur nochmaligen Knospenbildung anschicken. In Fig. 7 ist die Knospungsregion eines solchen Individuums gezeichnet, welches auf einem jüngeren Stadium bereits einmal an der nämlichen Stelle einen Stolo prolifer getrieben hatte. Zwischen dem verdickten Ektoderm und Endostylfortsatz liegt eine mesodermale Zellgruppe eingeschoben, in welcher einzelne Eizellen zu erkennen sind. Untersucht man den Endostylfortsatz auf Querschnitten, so findet man zu seinen beiden Seiten aber nur am distalen Ende jederseits einen kurzen Zellstrang, welcher mit jener mesodermalen Zellgruppe zusammenhängt. Somit ist die Ähnlichkeit dieser Knospenanlage mit der in jüngeren Tieren eine vollkommene. Die einzelnen Teile entstammen den proximalen Enden der gleichen Gebilde, die von der ersten Knospenanlage her am Endostylfortsatze liegen geblieben und nicht in die Bildung des ersten Stolo übergegangen waren.

Dies gilt bestimmt für Ektoderm, Entoderm und die große mesodermale Zellgruppe; ob aber die beiden kurzen, seitlichen Stränge von den proximalen Enden der früheren Peribranchialröhren oder von jener mesodermalen Zellmasse sich neuerdings ausgebildet haben, vermochte ich nicht mit Sicherheit zu entscheiden, obwohl mir das erstere für mehr als wahrscheinlich gilt.

2.

Das folgende Stadium der Bildung des Stolo prolifer findet man in etwas älteren Tieren, im äußersten, distalen Individuum einer Kette, die sich bereits aus fünf Knospen zusammensetzt (Fig. 5). In Fig. 6 ist die Knospungsregion bei stärkerer Vergrößerung abgebildet. Das verdickte Ektoderm ist buckelförmig vorgebuchtet, und in die so geschaffene Erweiterung der primären Leibeshöhle ist die zusammenhängende Keimmasse bis zum Entodermfortsatz und bis vor denselben gewandert. Ein Längsschnitt durch dieses Stadium, der in Fig. 46, Taf. XXXIV abgebildet ist, zeigt innerhalb der Mesodermzellen die spätere Eizelle der ältesten Knospe. An der inneren, der Leibeshöhle zugekehrten Seite haben sich die Mesodermzellen epithelartig angeordnet und erscheinen manchmal in unvollkommen gelungenen Schnitten von den andern weit abgehoben.

Führt man durch solche Stadien Querschnitte, so erhält man Bilder, wie sie in den Figuren 41, 43 u. 44 gezeichnet sind. Wichtig sind die Veränderungen, die im Mesoderm vorgegangen sind, denn man findet jetzt zu jeder Seite des Entodermfortsatzes noch innerhalb des Muttertieres eine Röhre: die Peribranchialröhre (*b*). Auf diesem Stadium begleiten die beiden Peribranchialröhren den Entodermfortsatz auf einem guten Stück seiner Länge. Die rechte setzt sich nach vorn, gegen den Endostyl des Muttertieres zu, in jenen mesodermalen Zellstrang fort, dessen Bildung oben beschrieben wurde und der sich an das Perikardium dicht anlegt, so daß der Schein erweckt werden kann, als ob die Peribranchialröhre eine Ausstülpung desselben sei.

In Fig. 41 sieht man, wie Entodermrohr und Mesoderm der zukünftigen Knospe allseitig vom Eläoblast umschlossen in der primären Leibeshöhle liegen. Die nämlichen Verhältnisse findet man in Fig. 43, in welcher, wie bereits erwähnt wurde, im mesodermalen Keimstrang mehrere Eizellen zu erkennen sind.

Die beiden Peribranchialröhren entstammen dem Mesoderm. Inwieweit aber die frühzeitig sich loslösenden Mesenchymzellen,

die am Entodermfortsatze liegen und dort die beiden kurzen Stränge bilden (vergl. Fig. 34—37 ms_1), oder die am äußersten Ende des Entodermrohres gelegenen Zellen der Keimmasse durch Wuchern nach vorn zu zur Bildung der Peribranchialröhren beitragen, läßt sich kaum scharf auseinander halten. Wenn man jedoch bedenkt, daß — wie aus Fig. 5 und den folgenden hervorgeht — der Keimstrang in kontinuierlicher Schicht sich zwischen das Ektoderm einerseits und den Endostylfortsatz und die beiden Mesenchymstränge andrerseits einschiebt und mit den äußersten distalen Enden dieser letzteren verbindet, so scheint die zweite Bildungsart von großer Bedeutung zu sein. Zu einer gleichen Beurteilung der Verhältnisse berechtigen auch Schnitte wie der in Fig. 44 abgebildete, der nahe dem äußersten Ende des Entodermfortsatzes geführt wurde. —

In ganz alten Tieren liegen die Verhältnisse bei der Neuknospung ganz ähnlich, wie der Längsschnitt in Fig. 47 *B* beweist. Die Schnittrichtung ist zufällig eine derartige, daß erst in einem der folgenden Schnitte, Fig. 47 *A*, die zum Mesoderm gehörende Eizelle getroffen erscheint.

3.

Im weiteren Verlaufe der Entwicklung erhebt sich die buckelförmige Hervorragung der Stoloanlage immer mehr zu einem zapfenartig hervorspringendem Gebilde (Fig. 8—12).

Die Ektodermzellen dieser ganzen Partie sind von den benachbarten Plattenzellen sehr verschieden. Sie sind kubisch und prismatisch, wie sich dies am deutlichsten auf Längsschnitten (Fig. 48) zeigt.

Das Entodermrohr, das sich deutlich in den Endostyl fortsetzt, besitzt ein Lumen von fast kreuzförmigem Querschnitt (Fig. 49 u. 50), so daß man an ihm vier Wände unterscheiden kann, die ich nach Analogie bei Salpen als hämal, neural und lateral bezeichnen will. Alle erscheinen gegen das Lumen zu stark konvex gekrümmt. Auf diese Weise lassen sich in der primären Leibeshöhle des jungen Stolo, der Stolohöhle, vier jedoch nur ganz unvollkommen gesonderte Räume unterscheiden, welche eben jenen Wänden entsprechen.

Die die Stolohöhle erfüllenden Mesodermmassen des Keimstranges haben wichtige Veränderungen durchgemacht. In Fig. 9 sieht man die Keimmasse so weit vorgeschoben, daß sich ein Teil bereits vor dem Entodermrohr befindet. In Fig. 10 liegt über

der oberen, vorhin als neural bezeichneten Wand des Entoderms mesodermales Keimmaterial, in welchem sich bereits ein feiner Spaltraum zeigt und das distal mit dem hämalen Teil des Keimstranges breit verbunden ist. Diese verbindende Mesodermmasse umgiebt kappenförmig das äußerste Ende des Entodermrohrs. Auf dem folgenden Stadium hat das neurale Mesoderm im Stolo die Gestalt einer Röhre angenommen (Fig. 11), welche ich als primäres Nervenrohr bezeichnen will, und es besteht dann zwischen diesem und dem hämalen Mesoderm kein Zusammenhang mehr. In Fig. 12 endlich, in welcher sich der gesamte Stolo bereits umfangreicher zeigt, sind die distalen Enden des neuralen und hämalen Mesodermstranges, des Nervenrohres und des Geschlechtsstranges, ziemlich weit von einander entfernt, und es liegt dort ein verhältnismäßig umfangreicher Abschnitt der Stolohöhle, in welchem nur einzelne Mesenchymzellen angetroffen werden. Aus den Abbildungen auf Taf. XXXI erkennt man, daß der hämale Strang beim jungen Stolo fast noch bis an das distale Ende heranreicht, bis wohin das Entoderm sich nicht mehr erstreckt (Fig. 12).

Einen vollständigen Einblick in den Bau solcher Entwicklungsstadien gewinnt man erst auf Querschnitten, auf denen man an jeder der vier Wände des Entodermrohres einen gesonderten Abschnitt des Mesoderms erkennen kann.

Zunächst die beiden Peribranchialröhren. Man sieht sie auf allen Figuren 49—55 als einschichtig, aus kubischen oder prismatischen Zellen zusammengesetzt, die ein deutliches, in seitlicher Richtung komprimiertes Lumen begrenzen. Sie begleiten das Entodermrohr in seiner ganzen Länge und endigen wie dieses in einiger Entfernung vom distalen Teil der ektodermalen Leibeswand.

An der hämalen Wand des Entoderms verläuft der Geschlechtsstrang, dessen Lage also der des ursprünglichen Keimstranges entspricht. In Fig. 53 zeigt ein Querschnitt die Eizelle, die später in der ältesten, distalen Knospe zur Reife gelangt, umgeben von einem einschichtigen Follikelepithel, welches fraglos hervorgegangen ist aus den die in Ausbildung begriffene Eizelle umgebenden peripheren Zellen des Geschlechtsstranges, die man in Fig. 39 u. 41 bereits sah. Ich kann daher Fol[1]) nicht beistimmen, der den Follikel der Pyrosomeneier aus der Eizelle

1) H. Fol, „Sur l'oeuf et ses enveloppes chez les Tuniciers." Recueil zoolog. Suisse. T. I, Nr. 1, 1883.

selbst entstehen läßt. Wie wir gesehen haben, ist die Anlage des gesamten Geschlechtsstranges und in letzter Instanz des gesamten Mesoderms der Knospen von allem Anfange an eine mehrzellige. Die Zellen sind in reger Teilung begriffen; eine zentrale wird zum Ei, eine Anzahl peripherer zu Follikelzellen.

Es vollziehen sich somit auch hier bei der Eibildung der Pyrosomen die nämlichen Vorgänge wie bei andern Tunikaten. Überall erscheinen Eizelle und Follikelzellen als ursprünglich gleichwertige Elemente nebeneinander, die dann später eine verschiedene Differenzierung erfahren. Von einer Teilung der bereits histologisch charakterisierten Eizelle vor Ausstoßung der Polzellen habe ich nichts bemerken können. Es ist bekannt, daß auch bezüglich der verschiedenen das Insektenei zusammensetzenden Elemente ähnliche kontroverse Auffassungen herrschten wie bei Tunikaten, die aber durch die neueren Untersuchungen bereits in gleichem Sinne entschieden oder doch wenigstens einer endgültigen Entscheidung nahe gebracht sind.

Aus den Abbildungen auf Taf. XXXI ersieht man, daß der Geschlechtsstrang nicht nur die Stolohöhle erfüllt, sondern sich, indem er dem Ektoderm dicht anliegt, eine Strecke weit in das Muttertier hineinzieht entsprechend der ursprünglichen Lage des indifferenten Keimstranges. Von da aus erfolgt seine Regeneration, wenn der Stolo sich weiterhin streckt und neue Segmente unmittelbar am Muttertiere gebildet werden.

In Fig. 52, einem Schnitt, der etwas weiter distal zu geführt wurde als Fig. 53, sieht man, daß vom Geschlechtsstrang sich Zellen loslösen und zu freien Mesenchymzellen der primären Leibeshöhle werden. Schon auf einem früheren Stadium haben sich, wie ich oben erwähnte, von dem Keimstrange solche Zellen losgelöst. Man sieht sie zum Teil in epithelartiger Anordnung dem ektodermalen Hautepithel dicht angelagert (Fig. 52, 53), wo sie dann später den Eläoblast und andere Organe der Pyrosome zu bilden bestimmt sind. In Fig. 51 ist das Mesenchym sehr umfangreich ausgebildet und verläuft von der kolossalen Eizelle an zu beiden Seiten neuralwärts.

Zwischen diesen dem Keimstrang und dem Geschlechtsstrang des Stolo entstammenden Zellen liegen einzelne, von diesen kaum zu unterscheidende, welche mit der Blutflüssigkeit vom Muttertiere aus in die Stolohöhle übergeführt wurden. Diese wenigen Zellen werden später, wenn der segmentale Zerfall des Stolo vollständig geworden ist, zu Blutkörperchen desjenigen Tieres, in welchem sie

sich gerade befanden, als die Blutzirkulation von der Mutter aus aufhörte.

Das fünfte Gebilde, welches vom Keimstrang aus entsteht, ist das neural verlaufende Nervenrohr. In Fig. 48 ist es im Längsschnitt, in den Figuren 51 u. 52 im Querschnitt getroffen. An der Stelle, an welcher später der Stolo durch eine Einschnürung in zwei Knospen sich sondert, ist das primäre Nervenrohr verdickt und mehrschichtig (Fig. 53). Hier entstehen später durch seitliche Ausstülpungen die beiden seitlichen Nervenröhren, welche das Entodermrohr umgreifen (Fig. 49 u. 50).

Vergleicht man die Entwicklungsweise des Stolo von Pyrosoma mit der bei Salpen, so zeigt sich bis zu diesem Stadium eine vollständige Übereinstimmung. Wenn man die Querschnitte Fig. 51—53 mit denen eines entsprechenden Salpenstolo zusammenhält, so fällt als der einzige Unterschied in die Augen, daß bei jenen im Geschlechtsstrang immer nur eine, allerdings sehr große Eizelle getroffen erscheint, während der letztere eine große Zahl zum Teil in Rückbildung begriffener Eier zeigt. Ektoderm und Entoderm des Stolo entstehen in gleicher Weise aus den nämlichen Schichten des Muttertieres; ebenso bilden sich die beiden Peribranchialröhren, Geschlechtsstrang und primäres Nervenrohr aus einer in die Stolohöhle hineinrückenden Mesenchymmasse des Muttertieres, dem Keimstrang.

Ich habe in einer früheren Untersuchung [1]) ausführlich beschrieben wie bei gewissen Salpenembryonen die Knospenanlage als eine linksseitige, buckelförmige Erhebung der drei Keimschichten auftritt. Bei den Pyrosomen erhebt sich der junge Stolozapfen genau in der Medianebene. Es erklärt sich aber die asymmetrische Lagerung bei den Salpen aus dem Vorhandensein der mächtigen Placenta, welche den größten Teil der Ventralseite des jungen Embryos begrenzt und die Entwicklung eines medianen Organes unmöglich macht.

Das Entodermrohr des Stolo stellt sich in beiden Fällen als eine unmittelbare Fortsetzung des Endostyls dar, nimmt also in der Medianebene des Muttertieres seinen Ursprung. Für die Pyrosomen, bei denen der Endostyl die gesamte Länge des Kie-

---

1) „Die Knospung der Salpen", Jenaische Zeitschr. f. Naturw., Bd. XIX.

mendarmes durchzieht, habe ich das oben genau beschrieben und betont, daß der Entodermfortsatz ventral vom Herzen an der äußeren Perikardialwand verläuft und demnach zum Verschlusse der Herzspalte nicht beiträgt. Anders scheinen allerdings die Verhältnisse in der Embryonalentwickelung des Cyathozooids zu liegen.

Bei den Salpen, bei denen der Endostyl nur über eine mehr oder minder weite Strecke des ventralen Kiemendarmes verläuft, z. B. bei Salpa democratica, gestaltet sich der Zusammenhang des Entodermrohres des Stolo mit der Kiemendarmhöhle des Muttertieres etwas abweichend. Der Endostyl des jungen Embryos zieht sich nach hinten zu in eine ventral von der Wand des Kiemendarmes verlaufende Röhre aus, deren blindgeschlossenes Hinterende aus der Medianebene nach links abweicht, um das Entodermrohr des Stolo zu bilden. Dieser Endostylfortsatz verläuft an der linken Seite des Herzens, welch letzteres aus der Medianebene heraus nach rechts gerückt erscheint. Der weite dorsale Spalt der Herzhöhle, durch welchen diese mit der primären Leibeshöhle in Verbindung steht, ist in diesen Stadien noch unverschlossen und vom Endostylfortsatz beträchtlich entfernt. Wenn bei dem folgenden Größenwachstum des Embryos die Entfernung zwischen dem hinteren Endostylende und der Stolowurzel zugenommen hat, sind auch in dem Entodermfortsatz, der Endostyl der Amme und Entodermrohr des Stolo in Verbindung setzt, Veränderungen vor sich gegangen. Der vorderste, in den Endostyl übergehende Abschnitt zeigt unmittelbar an diesem noch dessen verschiedene Zellformen mit Ausnahme natürlich der beiderseits dorsal die Verbindung zwischen Kiemendarm und Endostylbasis vermittelnden Streifen. Es läßt sich kaum etwas dagegen einwenden, wenn man diesen Teil des Entodermfortsatzes geradezu nach dem Endostyl zurechnet. Durch diese Region hat wohl Leuckart[1]) Querschnitte erhalten, und für sie ist es auch ganz richtig, was allerdings für den gesamten Vorderabschnitt nicht stimmt, daß nämlich der Endostyl ein besonderes, ventral vom Kiemendarm verlaufendes Rohr darstelle.

Nach hinten zu verschwindet sehr rasch die Verschiedenheit der Zellformen im Endostylfortsatze, und man findet gleichartige, fast kubische Zellen ein auf dem Querschnitt nahezu kreisförmiges Lumen umgrenzend. Weiter nach hinten zu schwindet das Lumen,

---

1) R. Leuckart, „Zoologische Untersuchungen, II. Heft, Salpen und Verwandte". Gießen 1854.

der Entodermfortsatz wird zu einem Zellstrang, der an einer Stelle sogar nur aus einer geldrollenartig angeordneten Zellreihe besteht. Noch weiter nach hinten zu erscheint aber neuerdings das Lumen, um sich zu erweitern und in das Entodermrohr des Stolo überzugehen. Der Entodermfortsatz wird von zwei Blutbahnen begleitet. Die eine kleinere verläuft dorsal, zwischen ihm und der ventralen Wand des Kiemendarmes; die andere größere liegt ventral, zwischen ihm und dem ektodermalen Hautepithel, das hier sich bereits geschlossen hat, nachdem die Placenta gegenüber dem Embryo selbst zu einer unbedeutenden Masse geschwunden erscheint.

Über die vollständige Gleichwertigkeit der ektodermalen Hervorbuchtung, welche sowohl bei Salpen als Pyrosomen das Ektoderm des Stolo und den äußeren Cellulosemantel und nur diese Gebilde allein aus sich hervorgehen läßt, habe ich es nicht erst nötig, mich auszusprechen.

Bezüglich der ersten Mesodermanlage herrscht ebenfalls bei der ungeschlechtlichen Vermehrung der Salpen und Pyrosomen in allen wesentlichen Stücken Übereinstimmung. Bei den Salpen zeigen die in die Stolohöhle übertretenden Mesenchymzellen der Solitärform eine durchaus gleichartige Beschaffenheit. Sie sind mäßig groß, besitzen einen deutlichen Kern und zeichnen sich durch amöboide Beweglichkeit aus. Todaro[1]) glaubt, daß bei Salpa pinnata nur eine Mesenchymzelle vom Embryo aus in die Stolohöhle hinübertrete, um sich da rasch zu vermehren und diese sehr bald zu erfüllen. Diese Mesodermmassen gliedern sich, wie ich oben schon erwähnt habe, in die gleichen Stränge und Röhren mit dazwischen liegenden freien Mesenchymzellen wie bei Pyrosomen Der Unterschied besteht nur darin, daß, wenigstens in den von mir beobachteten Fällen, bei den letzteren bereits innerhalb der Mesodermgruppe des Muttertieres, die sich dazu anschickt in den Stolo überzutreten, zum mindesten die Eizelle der zuerst auftretenden Knospe sich differenziert zeigt, während dies bei den Salpen erst später erfolgt. Übrigens scheinen bei diesen selbst bezüglich der Zeit des ersten Auftretens der Eier Verschiedenheiten obzuwalten. Solche Verschiedenheiten werden wir im letzten Kapitel dieser Abhandlung auch für Pyrosomen kennen lernen und zwar bei ein und derselben Art, je nachdem die Knospung in jungen oder alten Stöcken erfolgt; und ich will hier

1) Todaro, „Sopra lo sviluppo e l'anatomia delle Salpe", Roma 1875.

schon erwähnen, daß in den vier ersten Ascidiozooiden des Stockes das Mesoderm sich ganz ähnlich wie bei Salpen verhält, indem sich noch keine deutlichen Eizellen nachweisen lassen.

Wie die Knospung bei den Dolioliden, welche anatomisch und auch phylogenetisch zwischen Pyrosomen und Salpen stehen, vor sich geht, werden weitere Untersuchungen klarzulegen haben. Ich halte es trotz der unter sich übrigens abweichenden Angaben von Grobben [1]) und Ulianin [2]), denen zufolge die Knospung am rosettenförmigen Organ des Doliolum in einer von Salpen und Pyrosomen verschiedenen Weise stattfinden soll, dennoch nicht für unwahrscheinlich, daß die Anlage nach demselben Bildungstypus erfolgt. Bei der Kleinheit des jungen Keimstockes ist hier eine Täuschung sehr leicht möglich.

Nach Grobben besteht die Anlage der Knospen am rosettenförmigen Organe aus neun Teilen: dem Ektoderm, zwei paarigen entodermalen Ausstülpungen des Kiemendarmes, zwei Ausstülpungen des Kloakenraumes, zwei Geschlechtslappen, einem unpaaren Mesodermstrang und aus der unpaarigen Nervenanlage.

Ulianin konnte nur sechs Teile erkennen. Er beschreibt außer dem Ektoderm ebenfalls zwei paarige Pharyngeal- und zwei Kloakalausstülpungen, ferner einen unpaaren Mesodermhaufen. Diese Gebilde sollen sich aber weiterhin zum Teil zu andern Organen der Knospen umwandeln als die sind, aus welchen sie im Muttertiere entstammten. Bemerkenswert ist die Angabe, daß die Entodermfortsätze zu den beiden Seiten des Herzens des Embryos resp. der Larve auftreten, dieses also zwischen sich einschließen.

Was die Knospungsvorgänge im Ascidienstamme anbelangt, so habe ich schon bei früherer Gelegenheit [3]) darauf hingewiesen, daß die verschiedenen Formen, unter welchen sie sich vollziehen, nur als Modifikationen eines ursprünglich gleichen Prozesses aufzufassen seien. Die Stelle, an welcher im Muttertiere die zur ungeschlechtlichen Vermehrung bestimmten Organe ihren Ursprung nehmen, ist überall die gleiche. Es sind Teilstücke

---

1) Grobben, „Doliolum und sein Generationswechsel". Arb. aus dem zool. Institut der Universität Wien, T. IV, 1882, p. 70.

2) Ulianin, „Die Arten der Gattung Doliolum im Golfe von Neapel", Fauna und Flora des Golfes von Neapel, X. Monographie, Leipzig 1884.

3) „Die Entwicklungsgeschichte der socialen Ascidien", Jen. Zeitschr. für Naturw., Bd. XVIII, 1885.

aller drei Keimblätter, welche ursprünglich wohl überall am hinteren Ende des Endostyls in die Knospe übertreten. Freilich erscheint oft, namentlich bei den sozialen Ascidien, der Ort, an welchem die Knospe sich bildet, beträchtlich weit verschoben in die Enden der verzweigten Stolonen hinein. Aber auch in diesem Fall läßt sich das Entoderm als eine Ausstülpung des hinteren Kiemendarmes am Hinterende des Endostyls nachweisen, deren Wandungen sich weiter distal zu dicht aneinanderlegen, um die entodermale Scheidewand in den Stolonen zu bilden. Dort, wo dann an diesen die Knospen sich bilden, verwandelt sich das entodermale Plattenepithel wiederum in ein kubisches und zylindrisches und geht dann weiterhin die mannigfachsten histologischen Umbildungen ein. Denn es bildet Kiemendarm, Verdauungstraktus, darmumspinnende Drüse und die Wände der Peribranchialräume. Somit besteht zweifellos in Bezug auf die Bildung der Ascidie aus der dreiblätterigen Knospenanlage ein wesentlicher Gegensatz zu Salpen und Pyrosomen, bei welchen das Entodermrohr des Stolo nur den Darmtraktus der Knospentiere mit seinen Anhängen hervorgehen läßt, während die Peribranchialwände aus dem mittleren Blatte entstehen. Aber auch abgesehen von dieser bedeutenderen Umbildungsfähigkeit des inneren Blattes der Knospenanlage der Ascidien scheint noch ein zweiter Unterschied bezüglich der Lage des Entodermfortsatzes vorhanden zu sein. Bei den sozialen Ascidien erscheint derselbe frühzeitig im Embryo zwischen dem Herzen und dem Darmtraktus, also dorsal von ersterem. Er spielt bei der Entstehung des Pulsationsorganes eine wichtige Rolle und verschließt den medianen, dorsalen Spalt der Herzhöhle. Van Beneden und Julin [1]) haben ihn „Epicardium“ genannt. Ob aber wirklich bei allen Ascidien der in die Knospen übergehende Entodermfortsatz gleiche Lage und Beziehung zum Herzen hat, ist noch keineswegs sicher gestellt. Wichtig und vielleicht am deutlichsten zu erkennen wäre es, wenn man daraufhin die frühzeitige Knospung von Didemnium, bei welchem Kowalevsky [2]) die kleinen, dreiblätterigen, in Teilung begriffenen Knospenanlagen bereits vom Muttertiere gelöst im Cellulosemantel vorfand, untersuchte oder auch die ungeschlechtliche Vermehrung der freischwimmenden

---

1) Van Beneden et Ch. Julin, „Recherches sur la Morphologie des Tuniciers“, Gand 1886.

2) Kowalevsky, „Über die Knospung der Ascidien“, Arch. f. mikr. Anat., Bd. X, 1874.

Distaplialarven, deren erstes Auftreten DELLA VALLE [1]) beobachtete, ohne allerdings irgend welcher Beziehungen der Entodermfortsätze zum Herzen Erwähnung zu thun. Ebenso fraglich scheint es mir, ob eine solche Beziehung bei der von GIARD [2]) als „palleal" bezeichneten Knospungsart der Botrylliden sich wird feststellen lassen, bei welcher, wie zuerst die Untersuchungen von KROHN [3]) und METSCHNIKOFF [4]) dargethan haben, die Knospen mehr oder minder seitlich, aber stets an der ventralen Fläche sich erheben.

Wie bei den andern Tunikaten erscheint auch bei den Ascidien das Mesoderm in Form einer Mesenchymzellmasse zwischen den beiden primären Blättern in der Stolohöhle. Gewöhnlich, wie bei den sozialen Ascidien, zeigen diese Mesenchymzellen noch einen ganz indifferenten Charakter und gleichen den Bindegewebszellen und Blutzellen des Muttertieres vollständig. Man kann geradezu beobachten, wie sie oft durch den Blutstrom der Mutter in die Stolonen hineingeführt werden. In anderen Fällen, wie bei Didemnium styliferum, lassen sich bereits in der ersten Knospenanlage Eizellen im mittleren Blatte deutlich unterscheiden. Wir finden also innerhalb der Gruppe der Ascidien bezüglich der Zeit des Auftretens der weiblichen Geschlechtszellen ganz ähnliche Verschiedenheiten wie bei Pyrosomen und Salpen.

Was die weiteren Schicksale des Mesenchyms im Stolo der Ascidien anbelangt, so sind nicht unerhebliche Verschiedenheiten gegenüber den vorhin beschriebenen Vorgängen bei Pyrosomen zu bemerken. Die wichtigste ist die bereits erwähnte geringere Beteiligung dieses Blattes bei Ascidien am weiteren Aufbau der fertigen Form, indem die beiden Peribranchialwände vom Entoderm geliefert werden. Ob nicht auch das Nervenrohr von diesem aus sich bildet, ist nicht genügend festgestellt. KOWALEVSKY hat zwar

---

1) DELLA VALLE, „Nuove contribuzioni alla Storia naturale delle Ascidie composte del Golfo di Napoli". Atti dei Lincei Mem. Cl. sc. fis. Ser. 3, Vol. X.

2) GIARD, „Recherches sur les Ascidies composées ou Synascidies", Arch. d. Zool. expér. T. I, 1872.

3) KROHN, „Über die Fortpflanzungsverhältnisse bei den Botrylliden." — „Über die früheste Bildung der Botryllusstöcke", Arch. f. Natg., 35. Jahrg. 1869.

4) METSCHNIKOFF, „Entwicklungsgeschichtliche Beiträge. Über die Larven und Knospen von Botryllus". Bulletin de l'Acad. St. Pétersb., T. XIII, 1869.

für Perophora [1]), Amaroecium und Didemnium eine entodermale Entstehung des Nervensystems behauptet: Möglicherweise liegt hier aber ein Irrtum vor, und der erste Ursprung ist doch in ähnlicher Weise wie bei Salpen und Pyrosomen ein mesodermaler, eine Vermutung, die ich bereits bei früherer Gelegenheit ausgesprochen habe, ohne darüber inzwischen durch Beobachtungen zur Entscheidung gelangt zu sein. Überall aber entstehen aus den einwandernden Mesenchymzellen die Geschlechtsorgane der Knospe, Blut-, Bindegewebszellen, die Muskulatur, kurz alle Organe und Gewebe, welche zwischen dem äußeren ektodermalen Hautschlauch und dem entodermalen Röhrensysteme bei der ausgebildeten Form anzutreffen sind.

Noch ein weiterer und wie es scheint durchgreifender Unterschied bezüglich der Entwicklungsvorgänge im mittleren Blatte besteht darin, daß den Knospen der Ascidien der Eläoblast fehlt [2]), der bei Pyrosomen und Salpen umfangreich entwickelt erscheint und von SALENSKY [3]) als das Homologon des rückgebildeten Ruderschwanzes der Larven angesehen wird.

Wie die außerordentliche Beteiligung des Mesoderms im Stolo der Pyrosomen und Salpen bei der Bildung der mannigfachsten Gewebe und Organe, die sonst aus andern Keimblättern entstehen, durch die Genese des Keimstranges eine natürliche und volle Erklärung findet, soll weiter unten noch auseinandergesetzt werden.

Aus diesen Erörterungen geht mit vollster Deutlichkeit die außerordentliche Variabilität bezüglich der Entstehung der Knospenanlage und ihrer Umbildung zur ausgebildeten Tunikatenform hervor, eine Variabilität, mit der sich die mehr oder minder cenogenetischen Vorgänge innerhalb der Embryonalentwickelung insofern kaum vergleichen lassen, weil in dieser, wie es doch scheint, die Entstehung der gleichen Organe stets aus den gleichen Keimblättern erfolgt. Trotz der Verschiedenheiten in der Knospung der Tunikaten überhaupt zeigen aber dennoch einerseits alle Asci-

---

1) KOWALESKY, „Sur le bourgeonnement du Perophora Listeri" (Trad. par A. GIARD), Rev. d. Sc, natur. Sépt. 1874.

2) Von KOWALEVSKY (l. c.) wurde allerdings schon in den jungen dreiblätterigen Knospenanlagen von Didemnium styliferum ein Haufen von Fettzellen beschrieben, der am Ende die Deutung als Eläoblast erfahren könnte. Jedoch läßt sich aus den bisherigen Angaben kaum eine bestimmte Auffassung gewinnen.

3) SALENSKY, „Über die embryonale Entwickelungsgeschichte der Salpen", Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. XXVII, 1876.

dien, andererseits die Pyrosomen und Salpen in allen wesentlichen Punkten Übereinstimmung. Solche Gegensätze und andere Gründe haben mich schon früher dazu veranlaßt, in den beiden großen knospenbildenden Gruppen der Tunikaten ein phylogenetisch selbständiges Auftreten der ungeschlechtlichen Vermehrung anzunehmen.

Auf eine Vergleichung der Entwickelung der Organe in Embryonen und Knospen will ich hier nicht nochmals zu sprechen kommen. Ich möchte nur bemerken, daß bei Pyrosomen ebenfalls eine Verschiedenheit bezüglich der Entstehung der Peribranchialräume besteht wie bei Ascidien. Denn nach KOWALEVSKY's Untersuchungen entstehen sie in dem jungen Cyathozooid, freilich auch in den vier ersten Ascidiozooiden, ektodermal wie bei den Ascidienlarven.

Wenn es sich darum handelt, aus der ontogenetischen Entwickelung auf Stammesverwandtschaften oder phylogenetische Vorgänge zurückzuschließen, so wird in erster Linie die Embryonalentwickelung als maßgebend betrachtet werden müssen. Denn die Knospung zeigt als eine erst spät im Tunikatenstamm selbst aufgetretene Fortpflanzungsart gegenüber den ursprünglichen Verhältnissen so tiefgehende Veränderungen, daß Schlußfolgerungen auf diese nicht ohne äußerste Vorsicht und immer erst dann gezogen werden dürfen, wenn zuerst der nämliche Bildungsvorgang in der Embryonalentwickelung zur Vergleichung herangezogen ist. —

Ganz neuerdings ist eine umfangreiche Abhandlung über Pyrosoma von JOLIET [1]) erschienen, in welcher besonders eingehend die Vorgänge bei der Knospung besprochen werden, nachdem von ihm bereits früher einige Mitteilungen darüber gemacht worden waren. Leider war es dem Autor nicht vergönnt, seine Untersuchungen zu Ende zu führen, und sein früher Tod machte die Ausgabe seiner Aufzeichnungen durch fremde Hand nötig. So erklärt es sich, daß dieselben nicht frei von Widersprüchen sind und den Mangel einer letzten Durcharbeitung deutlich verraten. Auch JOLIET behauptet gleich mir einen mesodermalen Ursprung aller

1) L. JOLIET, Études anatomiques et embryogéniques sur le Pyrosoma giganteum. Paris 1888. — Sur le bourgeonnement du Pyrosoma. Compt. rend. de l'Acad. d. Scienc., 28. Febr. 1881. — Sur le développement du ganglion et du sac „cilié" dans le bourgeon du Pyrosoma. Compt. rend. T. 94, p. 988—991. — Observations sur la blastogénèse et sur la génération alternante chez les Salpes et les Pyrosomes. Compt. rend. T. 96, p. 1676—1679.

zwischen den beiden Primärschichten in der Stolohöhle liegenden Gebilde, scheint aber, wenigstens für Nervenrohr und Peribranchialröhren, als Matrix den Eläoblast zu betrachten.

II. Die Umbildung des Stolo prolifer zur Pyrosomenkette.

Der zapfenförmige kurze Stolo, der auf dem zuletzt beschriebenen Stadium noch ein einheitliches Gebilde darstellt, wächst weiterhin in die Länge und gliedert sich dabei in eine Anzahl Abschnitte. In den Figuren 13—19 sieht man, wie das distale Stück des Stolo sich allmählich abschnürt und zu einer jungen Pyrosome ausbildet, während das proximale noch auf dem zuletzt beschriebenen Stadium verharrt. In Fig. 20, Taf. III, beginnt auch dieses sich in zwei Abschnitte zu gliedern, und in Fig. 1 zeigt sich der Stolo bereits deutlich aus drei Individuen zusammengesetzt, von denen das distale das entwickeltste ist. Nach weiterer Gliederung des proximalen Stückes besteht die Kette aus vier Individuen (Fig. 2) und füglich aus fünf, deren Kiemendarmhöhlen und primäre Leibeshöhlen noch sämtlich miteinander kommunizieren. Dann erst lösen sich zuerst das distale und nachher die proximalen Individuen vollständig ab (Fig. 5), um ein jedes später an der oben bezeichneten Stelle selbst wieder einen Stolo zu treiben.

Somit stehen die einzelnen durch Knospung entstandenen Individuen des Stockes untereinander in keinem innigeren organischen Zusammenhange, ganz ähnlich wie dies bei den Kettensalpen der Fall ist. Stöcke, die man nur kurze Zeit in Glasgefäßen aufbewahrt hat, zeigen eine auffallende Lockerung des kolonialen Verbandes und zerfallen dann rasch in die einzelnen Individuen, an denen der Stolo prolifer hängt.

Gleich den Salpen und Pyrosomen bestehen auch die meisten Ascidienstöcke aus Einzelindividuen, die nur durch den gemeinsamen äußeren Cellulosemantel zusammengehalten werden. Nur wenige Formen, und es gehören hierher in erster Linie die sozialen Ascidien, sind dadurch ausgezeichnet, daß die primären Leibeshöhlen der Individuen miteinander kommunizieren und sogar die Entodermblätter durch eine feine Lamelle, die die Stolonen durchzieht, in Verbindung bleiben. Jedoch ist dieser anscheinend so wesentliche Gegensatz nicht durchgreifend, da die verschiedenen Individuen derselben Art sich verschieden verhalten können. Ich habe früher bei der Untersuchung der Knospung von Clavelina

gemeint, daß sich während der Entwicklung dieser sozialen Ascidie zuerst das Knospenentoderm von der entodermalen Scheidewand des Stolo, dann die ganze Knospe selbst abschnüre. Aber es scheint doch, daß ich damit nur ein ungewöhnliches Verhältnis beschrieben habe, und daß normalerweise die Einzelindividuen des Stockes miteinander inniger verbunden bleiben. Ein Gleiches wie ich bei den Clavelinen in Triest hat LAHILLE [1]) in Roscoff beobachtet, und er schreibt: „Encore faut-il remarquer que, dans certains cas, les individus peuvent s' isoler entièrement. C'est ainsi que l'année dernière, j'ai souvent rencontré à Roscoff des colonies de Clavelines à nombreux individus isolés par suite d'une atrophie des stolons, et alors la taille de ces blastozoïdes était plus grande qu'elle n'est d'habitude.“ Es gilt somit die kategorisch gehaltene Behauptung von VAN BENEDEN und CH. JULIN [2]) gegenüber meinen Angaben „SEELIGER se trompe quand il dit que la vésicule interne se sépare très-tôt de la cloison stoloniale . . . . Cette séparation ne se produit à aucun stade du développement“ nur bedingterweise.

Wenn man die Abbildungen Fig. 1 u. 2 betrachtet, so fällt auf, worauf ich später noch werde zurückkommen müssen, daß die Körperachsen der verschiedenen zu ein und demselben Stolo gehörenden Tiere keineswegs parallel laufen. Die Endostyle der beiden distalen Knospen der Kette z. B. stehen in Fig. 1 nahezu senkrecht zueinander, und in Fig. 2 liegen die Medianebenen der vier Tiere keineswegs mehr in derselben Ebene. Die Umbildung der einzelnen Segmente des Stolo zu einer vollständigen Pyrosoma verläuft, wie schon BROOKS [3]) betonen konnte, sehr ähnlich mit den Vorgängen in der Salpenentwicklung.

Die durch primäres Nervenrohr und Geschlechtsstrang bestimmte Hauptebene des Stolo entspricht der Medianebene der ausgebildeten Tiere, die Neural-Hämalachse eines jeden Stolosegmentes aber der späteren Längsachse, und die Längsachse des Stolo und seiner einzelnen Segmente der späteren Dorso-Ventralachse. Es rührt dies daher, weil durch ungleichmäßiges Wachstum der verschiedenen Regionen der Segmente eine derartige Ver-

1) LAHILLE, Sur le système vasculaire colonial des Tuniciers. Compt. rend. de l'Acad. d. Sc., 24. Januar 1887.

2) VAN BENEDEN et CH. JULIN, Recherches sur la morphologie des Tuniciers, p. 307.

3) BROOKS, The anatomy and development of the Salpa-Chain. Stud. f. Biol. Lab., Vol. III, Baltimore 1886.

schiebung ihrer Teile eintritt, daß die Neuralwand des Entodermrohres fast ganz zum ventral verlaufenden Endostyl und das darüberliegende primäre Nervenrohr zum dorsal gelegenen Ganglion und zur Flimmergrube wird.

1. Das Ektoderm.

Das Ektoderm des Stolo hat für die weitere Entwicklung der einzelnen Segmente zu Pyrosomen die geringste Bedeutung. Seine wichtigste Aufgabe besteht in der Bildung des äußeren Cellulosemantels, die in der durch SEMPER[1]), HERTWIG[2]) und andere für alle Tunikaten festgestellten Art und Weise erfolgt. Der Mantel erreicht eine sehr bedeutende Mächtigkeit und ist für alle Individuen des Stockes gemeinsam nach Art der Synascidien. In den Abbildungen ist er nicht wiedergegeben, nur in Fig. 27 ist er eingezeichnet, wo er die junge, aus vier Individuen bestehende Kolonie umgiebt und ihr eine charakteristische Form verleiht, wie dies schon von VOGT[3]) und HUXLEY[4]) beobachtet wurde.

Unter dem Mantel liegt das durchaus einschichtige ektodermale Hautepithel, das wir auf dem vorhergehenden Stadium aus nahezu kubischen Zellen zusammengesetzt fanden. Die Zellen, deren große Kerne im netzförmigen Plasma deutlich sichtbar bleiben (Fig. 123, Taf. XXXVII), flachen sich fast durchweg außerordentlich ab in gleichem Maße, als die Gesamtfläche bei der Größenzunahme des Tieres wächst, so daß füglich unter dem Mantel nur noch ein äußerst zartes Epithel bestehen bleibt (Fig. 101 u. 102). Die weiteren histologischen Details lagen nicht im Bereiche meiner Untersuchung.

Der Ektodermschlauch, der ursprünglich gegen das Muttertier und die Nachbarindividuen desselben Stolo sich öffnete, erhält, während diese Verbindungsstellen sich schließen, zwei neue Durchbrechungen: die Ingestions- und Egestionsöffnung. Beide entstehen zunächst durch grubenförmige Einstülpungen des Ektoderms (Fig. 100, 103), deren Boden mit der vorderen Kiemendarmwand resp. äußeren Kloakenwand verwachsen und nachher

1) SEMPER, Über die Entstehung der geschichteten Celluloseepidermis der Ascidien. Arb. a. d. zool. Inst. Würzburg, Vol. II, 1875.

2) HERTWIG, Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung des Cellulosemantels der Tunikaten. Jen. Zeitschr. f. Naturw. T. VII, 1873.

3) C. VOGT, Zoologische Briefe, Bd. I, p. 267, Fig. 281.

4) HUXLEY, l. c. Taf. 31, Fig. 15.

obliterieren. Man findet in Fig. 104 den Beginn der Durchbrechung. Die Öffnung, die nur auf zwei Schnitten der Serie zu sehen ist, ist noch sehr klein und liegt exzentrisch. Der Cellulosemantel erstreckt sich eine ansehnliche Strecke namentlich in die Ingestionsöffnung hinein (Fig. 101), weil auch die eingestülpten Ektodermzellen sich an der Bildung des Mantels beteiligen.

Vom Ektoderm aus bilden sich lange, röhrenförmige Ausstülpungen, die Fortsetzungen der primären Leibeshöhle umschließen und als Blutbahnen funktionieren. In Fig. 5, Taf. XXX, sieht man den Beginn einer solchen Bildung an der hinteren, dorsalen Seite des Tieres, wo sie stets paarweise entspringen. Später wachsen die Ausstülpungen bedeutend in die Länge und durchziehen als Mantelgefäße den der ganzen Kolonie gemeinsamen Mantel, während in ihnen Muskelfibrillen zur Ausbildung gelangen. Schon die vier ersten Ascidiozooide des jungen Pyrosomastockes besitzen an der eben bezeichneten Stelle zwei Gefäße, welche bis an die Öffnung der für den ganzen Stock gemeinsamen Kloake verlaufen, um dort mit verbreiterten Enden blind abzuschließen (Fig. 33). Wenn bei auftretender ungeschlechtlicher Vermehrung an den Ascidiozooiden neue Individuen zwischen jenen und dem Kloakenrande sich einschieben, durchziehen naturgemäß die acht ältesten Blutbahnen als die längsten den ganzen Stock.

2. Das Entoderm.

Das Entoderm gliedert sich sehr bald wie der Gesamtstolo in zwei Partien, eine proximale und eine distale. Während die erstere zunächst ohne wesentliche Veränderung bestehen bleibt, entwickelt sich die letztere zu vollständig ausgebildetem Kiemendarm und Verdauungstraktus der Pyrosome (Fig. 14—20). Dieser Prozeß wiederholt sich dann bei der folgenden Segmentierung des proximalen Stoloabschnittes (Fig. 21). Naturgemäß unterscheidet sich das erste, distale Entodermsegment von den folgenden dadurch, daß es am distalen Ende blind geschlossen ist, während diese an beiden Enden mit den Nachbarindividuen kommunizieren. Es genügt daher, wenn ich die Entwicklungsvorgänge am distalen Abschnitte beschreibe.

Auf den Querschnitten findet man zunächst fast die gleichen Verhältnisse wie auf dem vorhergehenden Stadium. In Fig. 54 Taf. XXXIV zeigt sich die neurale Wand, aus welcher später der Endostyl entsteht, durch die mediane, tiefer gewordene Furche schärfer in zwei Partien gesondert. In Fig. 56 Taf. XXXV sieht man ein

weiteres Stadium, und in Fig. 71 ist der mediane Streifen der neuralen Entodermwand, der den Endostyl bildet, durch zwei weitere laterale Furchen scharf abgegliedert. Während weiterhin die Zellen dieses Streifens zum teil zu hohen Zylinderzellen, Drüsen- und Flimmerzellen sich umbilden, wie sich das aus den früheren Beschreibungen über den Bau des Endostyls ergiebt und neuerdings von JOLIET [1]) dargestellt wurde, verwandeln sich die benachbarten allmählich in ein Plattenepithel.

Wie sich aus Fig. 19 ergiebt, ist nunmehr die neurale Entodermwand, soweit sie zum Endostyl geworden ist, die Bauchwand der ersten Knospe und bildet mit der ursprünglichen Längsachse des Stolo einen Winkel, während sie anfänglich parallel zu dieser verlief. Dieser Winkel wird bei der weiteren Ausbildung der Knospe größer und beträgt, wenn diese die vollständige Pyrosomaform erlangt hat, 90°. In Fig. 1 u. 2 sieht man denn auch die Endostyle der ältesten Individuen auf der Hauptachse des Stolo senkrecht stehen.

In die Endostylregion geht aber nicht die ganze neurale Wand des Entodermrohres des Stolo über, sondern aus dem proximalen Teile entsteht die der Ingestionsöffnung benachbarte, vordere Partie des Kiemendarmes. Dieselbe entbehrt der Kiemenspalten und stellt im ausgebildeten Zustand ein flaches Epithel dar, das sich aus dem kubischen des Jugendzustandes allmählich geformt hat, indem auf einem Zwischenstadium die außerordentlich großen, ziemlich dicht aneinander gelagerten Kerne in einer Weise zu sehen sind, wie es in Fig. 122 abgebildet ist.

In unmittelbarer Nähe der Stelle, an welcher die ektodermale Einsenkung der Ingestionsöffnung in die ursprünglich in doppelter Zahl angelegten entodermalen Hervorwölbungen durchbricht, entstehen eine Anzahl von Fortsätzen, die die Ingestionsöffnung umgeben, bei allen Tunikaten fast allgemein verbreitet sind und, wie ich glaube, dem Entoderm des Stolo entstammen. Man sieht diese Fortsätze in Fig. 1 u. 5 in ziemlich vollständig ausgebildeten Knospen und erkennt, daß median an der ventralen Seite eine derselben als hakenförmig gekrümmtes Gebilde besonders umfangreich hervortritt. Dieser Tentakel hat vor den anderen Zacken seine Entstehung genommen; bereits in Fig. 19 sieht man ihn auftreten. Die Fortsätze umschließen Ausstülpungen der primären Leibeshöhle und Blutbahnen, wodurch also unmittelbar an der

1) JOLIET, l. c. p. 50 u. folg.

Eintrittsstelle des Wassers in den Kiemendarm schon ein Gasaustausch eingeleitet wird.

Sehr wichtige Veränderungen betreffen die beiden lateralen Wände des Entodermrohres, welchen die Peribranchialröhren anliegen, und führen zur Entstehung der Kiemenspalten. Da aber die Peribranchialröhren an der Bildung beteiligt sind, sollen die Vorgänge erst weiter unten zur Besprechung gelangen.

Vor der Kiemenregion tritt an den Seitenwänden der Flimmerbogen auf. Derselbe umkreist den vorderen Kiemendarm und mündet ventralwärts jederseits in eine Falte des Endostyls (Fig. 1, 2 u. 5). Auf den lateralen Längsschnitten durch ein junges Tier (Fig. 103, Taf. XXXVII) sieht man den Flimmerbogen im Querschnitt getroffen. Bei stärkerer Vergrößerung (Fig. 118) erkennt man ihn aus zylindrischen Zellen zusammengesetzt, welche gegen die Atemhöhle zu bewimpert sind und nach vorn und hinten sehr rasch in das Plattenepithel des Kiemendarmes übergehen. Bei der Betrachtung von der Fläche (Fig. 121) erweisen sich die Kerne stabförmig und in Reihen zu 5—7 durch die Breite des Flimmerbogens angeordnet. In alten Tieren findet man in der Medianebene dorsal den Flimmerbogen sehr mächtig entwickelt, nur durch einen kurzen flimmerlosen Streifen von der Einmündung der Flimmergrube getrennt (Fig. 108).

Sehr bedeutende Vorgänge spielen sich an der hämalen Wand ab, an welcher frühzeitig (Fig. 13) der Verdauungstraktus sich ausstülpt, während der ganze übrige Teil des primären Entodermrohres in den Kiemendarm sich umwandelt.

Wie die Vergleichung der Fig. 13 und 14 lehrt, beginnt die Bildung asymmetrisch, indem zunächst an der linken Seite eine taschenförmige Ausstülpung hervorwächst, die durch Vertiefung der betreffenden Rinne des Entodermrohres entstanden ist. Später (Fig. 17) zeigt sich auch auf der rechten Seite eine solche Ausstülpung; zwischen beiden liegt der Geschlechtsstrang.

In Fig. 59 u. folg. findet man eine Reihe von Schnitten durch ein solches Stadium abgebildet. Auf der proximalen, der jüngeren Knospe des Stolo zugekehrten Seite sieht man die beiden Taschen mit weiter Öffnung mit dem Kiemendarm kommunizieren (Fig. 59). Weiter distalwärts nähern sich die oberen Ränder beträchtlich (Fig. 60), bis sie endlich vollständig aneinandergepreßt im Begriffe zu verwachsen erscheinen (Fig. 61). Auf Schnitten noch weiter distalwärts sieht man auf der späteren rechten Körperseite des ausgebildeten Tieres die Tasche in eine sich verjüngende,

schwach nach links gekrümmte, blind geschlossene Röhre übergehen (Fig. 62, 63). Diese blindsackförmige Ausstülpung an der Hämalwand des primären Entodermrohres ist die Anlage zum gesamten Verdauungstraktus. Sehr gut läßt sich das Auftreten dieses letzteren am Kiemendarm in den vier ersten Ascidiozooiden beobachten. Man findet auf Taf. XXXVI, Fig. 89 einen Längsschnitt abgebildet, der deutlich zeigt, wie der Darmkanal aus einer distal zu gerichteten Ausstülpung entsteht.

Auf dem folgenden Stadium fand ich bereits den Verdauungstraktus in allen seinen Teilen angelegt. Man sieht, daß in Fig. 19 auf der rechten Seite der sehr umfangreiche Magen liegt, der durch das kurze Ösophagusrohr mit dem Kiemendarm in Verbindung gesetzt wird. An das distale Magenende setzt sich, von diesem durch Ausstülpung entstanden, ein hufeisenförmig nach links und proximal zu gekrümmtes Rohr an, das sich distal zu verjüngt und blind endigt.

Führt man durch solche Stadien Schnitte, so findet man Verhältnisse, wie sie in Fig. 71 abgebildet sind. Der gesamte Verdauungstraktus stellt eine durchaus einschichtige, aus zylindrischen Zellen bestehende, gekrümmte Röhre dar. Magen und Enddarm besitzen ein Lumen, das senkrecht zur Medianebene des Tieres komprimiert ist. Eine Bewimperung fehlt auf diesem Stadium noch durchwegs.

Den weiteren Verlauf der Entwicklung ersieht man aus Fig. 20, Indiv. III Fig. 1, Indiv. IV in Fig. 2, und Fig. 5. Bei Vergleichung dieser Abbildungen fällt auf, daß der Verdauungstraktus in verhältnismäßig geringerem Maße wächst als der Kiemendarm. Die Sonderung in die einzelnen als Ösophagus, Magen, Mittel- und Enddarm bezeichneten Abschnitte wird schärfer; namentlich treten Ösophagus und Magen deutlicher hervor. Schnitte zeigen die histologischen Details. In Fig. 72 sind Mittel- und Enddarm getroffen, und in Fig. 74 sieht man den Enddarm in seinem proximalen Teil aus Zylinderzellen zusammengesetzt. In Fig. 73 ist der proximale Teil des Magens und die rinnenförmige Basis des in ihn einmündenden Ösophagus gezeichnet. Der Enddarm ist lange Zeit blind geschlossen; erst später öffnet er sich in die Kloake. Die Afteröffnung ist ziemlich weit, wenigstens vermag ich sie auf einer ganzen Reihe von Schnitten zu erkennen, auf welchen dann die nunmehr fast kubisch gewordenen Enddarmzellen rasch in das Plattenepithel der Kloake übergehen (Fig. 109, Taf. XXXVII).

Von der Übergangsstelle zwischen Magen und Mitteldarm ent-

steht frühzeitig eine röhrenförmige Ausstülpung, deren distales Ende unter zahlreichen dichotomischen Verzweigungen gegen den Enddarm zu wächst und diesen umspinnt. Es ist dies die darmumspinnende Drüse. In Fig. 72 und 74 sind einige Äste derselben auf Querschnitten getroffen. Im späteren Alter werden die Äste immer zahlreicher (Fig. 23), und füglich kann man auf einem Querschnitt durch den Enddarm gegen ein dutzend Drüsengänge zählen.

Der übrige Teil der ursprünglichen hämalen Wand des Entodermrohres, der nicht zur Bildung des Verdauungstraktus verwertet wird, bildet die hintere Wand des Kiemendarmes. Wie die Querschnitte in Fig. 72 u. 73 lehren, stellt sie schon in jungen Tieren ein Plattenepithel dar; nur in der Medianebene findet sich ein Streifen von zylindrischen Flimmerzellen, der ventral in die bewimperte Endostylregion, dorsal in den Ösophagus führt. Man sieht auf Taf. XXXVII, Fig. 125*A* ein Stück desselben auf einem Längsschnitt durch die Ösophagusregion getroffen. Über ihm lagert ein Schleimstrang, der von den Drüsenzellen des Endostyls herrührt und sich in den Ösophagus hinein erstreckt. In Fig. 125*B* sind die Flimmerzellen dieser Zone bei stärkerer Vergrößerung zu sehen.

Die Dorsalwand des Kiemendarmes bildet sich erst allmählich bei dem Fortschritt der Einschnürungen, durch welche der Stolo in die Segmente zerfällt, aus den proximalen Teilen aller vier Wände des Entodermrohres. In jungen Knospen ist diese Wand von nur sehr geringer Ausdehnung und zudem durchbrochen durch die weite Öffnung, welche in die Kiemenhöhle der vorhergehenden Knospe führt. Nach und nach aber wird die Fläche immer größer, indem die Knospe besonders in der auf der Hauptachse des Stolo senkrechten Richtung wächst. Dann gewinnt auch die Dorsalseite eine zum Endostyl parallele Lage, während sie anfänglich, wenigstens in ihrem vorderen Abschnitt, einen stumpfen, dann einen rechten Winkel mit jenem bildete. Die Kommunikation mit der jüngeren Knospe wird immer feiner und geht füglich ganz verloren. Der letzte Rest liegt auf der Rückenseite weit nach vorn, hinter dem Ganglion (Fig. 21), woraus hervorgeht, daß der größere Teil des Kiemendarmrückens aus der Hämalwand des Entodermrohres sich bildet.

In der zuletzt angeführten Figur und ebenso in Fig. 1 u. 2 sieht man die Rückenwand nicht mehr glatt, sondern es erscheinen bereits drei zapfenförmige Fortsätze, die Rückenzapfen, die Fort-

sätze der primären Leibeshöhle umschließen, in welchen das Blut zirkuliert. Die Zahl der Rückenzapfen, deren wesentlichste Bedeutung darin liegt, daß sie die respiratorische Fläche des Kiemendarmes vergrößern, vermehrt sich rasch mit der Größenzunahme des ganzen Tieres. In Fig. 116, Tafel XXXVII sieht man auf einem Querschnitt den Beginn der Bildung eines solchen Organes, die sich als eine einfache Faltung des einschichtigen Epithels darstellt.

Es erübrigt mir nur noch über das ursprünglich distale Entodermende eines jeden Stolosegmentes einige Worte zu sagen. In der ältesten Knospe des Stolo ist es blind geschlossen, in allen anderen bleibt es sehr lange offen und vermittelt, indem es sich röhrenförmig auszieht, die Verbindung mit der Kiemendarmhöhle der nächst älteren Knospe an der vorhin bezeichneten Stelle ihrer Rückenseite. Von diesem Teile geht dann später, wenn die Knospe sich abgeschnürt hat, in der eingangs beschriebenen Weise die Bildung des Entodermrohres für den neuen Stolo prolifer aus. Ich habe daher diesem Abschnitte besondere Aufmerksamkeit geschenkt und ihn auf zahlreichen Schnitten untersucht. Ich fand ihn stets als einschichtige Röhre und habe nie Auswanderung von Zellen gesehen, aus welchen sich später etwa die Peribranchialröhren bilden könnten. In dieser Beziehung verweise ich auf Fig. 65, Taf. XXXV, welche einen Querschnitt durch die fragliche Stelle darstellt. An dieses Stadium reiht sich sofort dasjenige an, mit welchem ich die Beschreibung der Knospung oben begonnen habe. —

Aus der eben gegebenen Darstellung geht hervor, daß die distale Region, aus welcher in jedem einzelnen Stolosegmente das Entoderm der folgenden Knospengeneration entsteht, durchaus nicht auf einem histologisch indifferenten Stadium verharrt, sondern vielfache Differenzierungen durchmacht, bis sich die Entodermknospung einleitet. Die Zellen dieser Region sind in lebhafter Teilung begriffen, wobei sie sich besonders neural und hämal bedeutend verkleinern und zum Teil zu flachen Elementen werden. Auf diese Weise vergrößert sich die Fläche und wird zu einem röhrenförmigen Gebilde: dem Endostylfortsatz, der in das Knospenentoderm übergeht. In diesem vollziehen sich dann die zahlreichen, oben beschriebenen Umwandlungen bis zur Ausbildung des gesamten Entodermtraktus der Pyrosoma.

Bei den Salpen liegen die Vorgänge ganz ähnlich bezüglich der Umbildungen des Endostylfortsatzes des Embryos und des

Entodermrohres des Stolo, mit dem Unterschiede natürlich, daß nach dem Zerfall desselben in die Segmente bei den Kettensalpen, die sich ja nur geschlechtlich vermehren, die Neubildung eines Endostylfortsatzes und Entodermrohres unterbleibt.

Am deutlichsten aber lassen sich die histologischen Veränderungen in der entodermalen Knospungsregion bei sozialen Ascidien verfolgen. Bei seiner ersten Entstehung zeigt sich der Entodermfortsatz (Epicardium) der aus dem Ei entstandenen noch solitären Form aus Zylinderzellen zusammengesetzt, die große Kerne besitzen (van Beneden et Ch. Julin l. c. Taf. IX, Fig. *4c*, *4d*). Später besteht er aus einem flachen, endlich aus einem äußerst feinen Plattenepithel (Taf. X, Fig. *1c* bis *1f*), das sich weiterhin in die Stolonen als zarte Lamelle fortsetzt. Wo dann an den Stolonen die Knospen entstehen, verwandeln sich die Plattenzellen wiederum in kubische und zylindrische (Sitzber. d. k. Akad. d. Wissensch. T. 85. Wien 1882, Maiheft. Taf. II, Fig. 1—3), die weiterhin die mannigfachsten Formen bilden können, wie sie im Kiemendarm, dem Verdauungstraktus, der darmumspinnenden Drüse und den Wänden der Peribranchialräume angetroffen werden.

Angesichts solcher Vorgänge kann man der Thatsache, daß der Endostylfortsatz aus dem vorderen Darmabschnitt sich entwickelt, aus welchem bei den Ascidienembryonen weder Chorda noch Mesoblast sich bilden, für die außerordentliche Umbildungsfähigkeit des Entodermrohres in der Knospenanlage kaum eine erklärende Bedeutung beimessen, zumal ja gerade das Mesoderm der Knospen selbständig aus der gleichen Schicht des Muttertieres sich bildet und für die Chorda überhaupt kein Homologon, wenigstens sicher bei den Ascidienknospen, vorhanden ist. Aus den Worten van Beneden's und Ch. Julin's [1]) scheint hervorzugehen, daß sie aus der Stelle des Ursprungs des Entodermfortsatzes seine weitere Bedeutung für die Knospung erklärt erachten, wenn sie sagen: „La formation d'un épicarde, qui se rattache si intimement, chez les Tuniciers, à la génèse du péricarde et du coeur, a eu pour cet embranchement une autre conséquence, c'est de rendre possible la multiplication par bourgeonnement. L'on sait, en effet, que la lame épicardique ou cloison stoloniale, simple prolongement de l'hypoblaste branchial, procédant de cette partie de l'endoderme de la Gastrula qui n'engendre, ni chorde dorsale, ni mésoblaste, qui concentre en elle toutes les propriétés de l'en-

1) Van Beneden et Ch. Julin, l. c. p. 413.

doderme primitif, est la condition de la polyzoïcité de beaucoup de Tuniciers. Elle fournit aux bourgeons leur vésicule interne d'où procèdent tout au moins tous les organes hypoblastiques, qui dérivent de l'endoderme larvaire." — Ich hoffe demnächst auf diese Fragen zurückkommen zu können.

3. Das Mesoderm.

a) Die Peribranchialröhren.

Die beiden Peribranchialröhren, die in jüngeren Stolonen noch die ganze Länge kontinuierlich durchziehen (vgl. Fig. 16), zerfallen bald in einzelne, den Knospen entsprechende Segmente (Fig. 18). Sie wachsen dann besonders nach der hämalen Stoloseite zu, wo ihre medianen Ränder unterhalb des Darmkanals aneinander stoßen und obliterieren (Fig. 19), um die Kloake zu bilden. Im ganzen Vorderteile des Tieres bleiben die beiden Peribranchialröhren getrennt rechts und links liegen, wie sich das aus der Vergleichung der beiden Schnitte Fig. 103 und 114, Taf. XXXVII ergiebt. Gleichzeitig erfolgt vom Ektoderm her an der der Ingestionsöffnung gerade gegenüberliegenden Körperstelle eine Einstülpung, die dann als Egestionsöffnung in den Kloakenraum durchbricht. Inwieweit die Ektodermzellen an der Begrenzung der Kloake teilnehmen, kann ich nicht angeben, glaube aber, daß dies, wenn überhaupt, nur in sehr geringem Umfange der Fall ist.

Schon zu einer Zeit, wenn die Peribranchialröhren noch als wenig umfangreiche, ganz getrennte Räume bestehen, sieht man den Beginn der Kiemenspaltenbildung. In Fig. 14 ist erst eine rundliche Spalte zu sehen; ihre Zahl wächst rasch, indem gleichzeitig die bei ihrer Entstehung nahezu kreisförmigen Öffnungen zu sehr langgestreckten Spalten werden, die auf der Endostylrichtung senkrecht stehen (Fig. 17 u. 19). Bekanntlich erstrecken sich im ausgebildeten Zustande die Spalten durch die gesamte Breite jeder Peribranchialseite (Fig. 1, 2 und 5).

Den Beginn der ersten Kiemenspaltenbildung stellt der in Fig. 56 gezeichnete Querschnitt dar. Die aus Zylinderzellen bestehende Entodermwand ist an der betreffenden Stelle mit der inneren Peribranchialwand, die sich gegen jene gestülpt hat, verwachsen. In beiden Wänden ist bereits die Stelle erkennbar, an der sehr bald der Durchbruch erfolgen wird. In Fig. 57 ist ein Stadium durchschnitten, auf welchem auch die zweite Kiemenspalte schon aufzutreten beginnt (ks_1 u. ks_2).

Aus einem weiteren Stadium stammen die Abbildungen Fig. 59

u. fg. Man findet in Fig. 61 die beiden Peribranchialröhren mächtig ausgedehnt, aber auf der hämalen Seite von der Medianebene noch ziemlich weit entfernt. In Fig. 60 ist jederseits eine zu vollständigem Durchbruch gelangte Kiemenspalte getroffen.

Die Schnitte Fig. 70 u. 71 zeigen, daß auf diesem Stadium die beiden Peribranchialröhren bereits zum unpaaren Kloakenraum median verschmolzen sind. Es ist nur die innere Wand der Peribranchialräume und Kloake eingezeichnet. Die Schnittrichtung ist gerade so ausgefallen, daß jederseits nur zwei der zahlreicheren Kiemenspalten getroffen erscheinen.

Die Figuren 72 u. 73 zeigen die Wände der Peribranchialräume und Kloake zu einem feinen Plattenepithel umgebildet. Nur die Innenwand besitzt an den Stellen, an welchen sie sich an der Auskleidung der Kiemenspalten beteiligt und in das Entoderm übergeht, flimmernde Zylinderzellen. Kurz bevor die Form feiner Plattenzellen erreicht wurde, fand man auf Flächenschnitten (Fig. 124, Taf. XXXVII) schwach umgrenzte polygonale Zellen mit außerordentlich großen, oft in Teilung begriffenen Kernen.

Was die histologischen Verhältnisse des ausgebildeten Kiemenkorbes anbelangt, so geben einige Schnitte leicht darüber Auskunft. Man findet eine bemerkenswerte Übereinstimmung mit den durch Grobben bei Doliolum bekannt gewordenen Thatsachen. Auf einem lateralen Längsschnitt durch ein Tier, der die Kiemenspalten und die dazwischen liegenden Blutbahnen der primären Leibeshöhle im Querschnitt trifft, sieht man (Fig. 117, Taf. XXXVII) eine jede Blutbahn von vier Wänden begrenzt. Die beiden nach der Kiemendarmhöhle resp. nach den Peribranchialräumen gelegenen haben Plattenepithel, die beiden anderen, die gleichzeitig die obere und untere Wand zweier benachbarter Kiemenspalten bilden, erscheinen auf dem Querschnitt als sehr hohe Zylinderzellen mit in das Plasma eingesenkten Flimmern. Betrachtet man eine solche Wand von der Fläche (Fig. 120), so findet man, daß die zugehörigen Kerne stets in Reihen zu ungefähr sechs oder sieben nebeneinander liegen und lange Stäbchen darstellen, in welchen die chromatischen Elemente in Form einzelner Körnchen in einer Längsreihe angeordnet sind. Auf Längsschnitten durch die Blutbahnen des Kiemenkorbes (Fig. 119) erkennt man dann deutlich die einzelnen Zellen mit ihren Kernen, die dort, wo die Flimmern sitzen, eine Cuticula ausgeschieden haben.

Die Kiemenspalten dehnen sich beim allgemeinen Wachstum der jungen Knospentiere immer mehr aus. An den beiden Winkeln jeder

Spalte, dorsal und ventral, liegt undifferenziertes Zellmaterial, das sich später zu den eben beschriebenen Zellformen umgestaltet.

In älteren Knospen erfolgt die Neubildung von Kiemenspalten vorwiegend, wenn nicht ausschließlich an dem hinteren, dem Verdauungstraktus nahe liegenden Ende des Kiemenkorbes. Führt man durch diese Region Schnitte, so findet man dicht unter der eben entstandenen letzten Kiemenspalte (Fig. 88, Taf. XXXVII) in der inneren Wand des Peribranchialraumes eine verdickte, aus zylindrischen Zellen bestehende Region. Es ist das die Stelle, an welcher das Längenwachstum der Wand erfolgt, während das Entoderm am Winkel der hintersten Kiemenspalte wachstumsfähig bleibt.

Der Bau des Kiemenkorbes erfährt aber noch weitere Komplikationen. Gleichzeitig mit der Ausbildung der Kiemenspalten erheben sich im Kiemendarm Längsfalten, deren konvexe Seite gegen das Lumen gerichtet ist und welche die ganze Länge der Kiemen durchziehen. In den Figuren 114 u. 116 auf Taf. XXXVII, welche Querschnitte durch eine junge Knospe darstellen, sind die Längsfalten durchschnitten. Fig. 115 giebt den Schnitt durch ein etwas älteres Stadium wieder. Die ziemlich großen Zellen des Rinnenbodens gehen rasch in die Plattenzellen des Kiemendarmes über, welche die innere Begrenzung der Blutbahnen zwischen je zwei Kiemenspalten bilden. Auf Schnitten, die durch die Kiemenspalte selbst geführt sind, erscheinen die Längsfalten natürlich als geschlossene Röhren.

b) Das Nervenrohr.

An dem segmentalen Zerfall des Stolo nimmt auch das primäre Nervenrohr teil. Bevor die Trennung erfolgt, findet man bereits (Fig. 14) die proximale Partie erweitert. Bei dem starken Wachstum der Knospe in neuro-hämaler Richtung erscheint sehr bald das Nervenrohr geknickt (Fig. 15) und an seinem distalen Ende stark verjüngt. Die verdickte, proximale Partie hat das Wachstum des Entoderms in der Medianebene neural zu beeinträchtigt, so daß es lateralwärts erfolgen mußte. Daher lagert dieser Teil des primären Nervenrohres, die primäre Nervenblase, in einer Furche des Entoderms von dessen Divertikeln seitlich begrenzt (Fig. 16). Schon auf diesem Stadium bemerkt man an der proximalen Wand der Knospe, die später den Rücken bildet, zu jeder Seite des Entodermrohres ein deutliches Zellrohr, welches an der hämalen Wand beim Geschlechtsstrang beginnt und neural in die primäre Nervenblase führt. Diese Gebilde sind durch Aus-

stülpung von der Nervenblase aus entstanden, und ich deute Querschnitte wie die in Fig. 50, Taf. XXXIV und Fig. 68, Taf. XXXV abgebildeten als den Beginn dieser Bildung.

Auf dem folgenden Stadium schwindet der distale verdünnte Teil des primären Nervenrohres, der über dem späteren Endostyl verlief, indem er wahrscheinlich ganz in die Nervenblase einbezogen wird. Dann findet man (Fig. 17) eine ziemlich umfangreiche Blase, von welcher hämal zu in einem sehr stumpfen Winkel zwei Röhren ausgehen, welche wie zwei Schenkel den entodermalen Verbindungsgang zwischen zwei benachbarten Knospen umgreifen (Fig. 18). An den hämalen Enden vereinigen sie sich unterhalb des Entodermrohres, so daß also auf diesem Stadium das Nervensystem nach Art einer Ringkommissur als vollständig geschlossene Röhre den entodermalen Verbindungsgang zur vorhergehenden Knospe umgiebt.

Führt man durch ein solches Stadium Schnitte, so zeigt sich die Nervenanlage durchaus einschichtig. In Fig. 66 ist die Nervenblase, deren äußere, dem Ektoderm zugekehrte Wand etwas größere Zellen besitzt, in Fig. 67 sind die beiden lateralen Schenkel getroffen. Noch einige Schnitte weiter hämal zu findet sich die Verbindung zwischen diesen beiden. Auch in dieser zeichnen sich die Zellen des hämalen, dem Ektoderm zugekehrten Bodens gegenüber den inneren durch bedeutendere Größe aus (vgl. Fig. 89, Taf. XXXVI).

Auf dem wesentlich gleichen Stand findet man das Nervensystem in Fig. 19, nur daß es neuralwärts nicht mehr bis an die äußerste Stelle der Knospe reicht, sondern von dieser bereits ein Stück entfernt liegt. Es rührt dies daher, daß von nun an die Nervenanlage verhältnismäßig viel schwächer wächst als der übrige Körper. Ein ganz ähnliches Verhältnis findet sich bei den Salpenknospen, bei welchen in jungen Stadien die Nervenmasse einen beträchtlichen Teil der gesamten Körpersubstanz beträgt, in alten Tieren dagegen das Ganglion relativ so klein ist, daß es von den ersten Beobachtern hat übersehen werden können.

Der weitere Verlauf der Entwicklung charakterisiert sich durch die Bildung des definitiven Ganglions. Während die beiden seitlichen Nervenröhren und ihre hämale Verbindung immer dünner werden und ihr Lumen verlieren, beginnt die Neuralblase an ihrer äußeren Wand, und wie ich glaube, an einer beschränkten ziemlich weit nach vorn gelegenen Stelle [1]) in die primäre Leibeshöhle

1) Ein Ähnliches behauptet auch Joliet l. c.

hinein Zellen zu sprossen, welche weiterhin das definitive Ganglion bilden. Man sieht in Fig. 21, Individuum II, diesen Vorgang an einem Totalpräparat, und in Fig. 20 findet man bereits die innere Wand der Nervenblase an der vordersten Stelle in den Kiemendarm geöffnet. Auf dem in Fig. 110, Taf. XXXVII abgebildeten Querschnitt ist die Stelle getroffen, an welcher die Proliferation stattfindet. Bald dahinter, wo die neurale Blase sich in die beiden lateralen Äste zu gabeln beginnt (Fig. 111), ist das Ganglion scharf von dieser geschieden.

Bald darauf findet man das Ganglion ganz getrennt der ursprünglichen Neuralblase aufliegend (Fig. 104 u. 112, Taf. XXXVII). Diese letztere gestaltet sich nunmehr zur Flimmergrube um, die in ihrer vordersten in den Kiemendarm geöffneten Region aus Zylinderzellen besteht (Fig. 108) und daselbst oft eingedrungene Fremdkörper zeigt. Der hintere Teil wird zu einer Röhre, deren hinteres, blind geschlossenes Ende nahezu in einem rechten Winkel gegen die Ektodermwand geknickt erscheint (Fig. 21). An der Krümmungsstelle bemerkt man auf diesem Stadium bereits eine sackartige Erweiterung mit verdickter Wandung, welche das Homologon der sogenannten Hypophysisdrüse der Ascidien ist.

Das Ganglion selbst stellt dann ein der Flimmergrube gegenüber ziemlich mächtiges Organ dar, in welchem die auf dem vorhergehenden Stadium noch durchaus gleichartigen Zellen sich in periphere Ganglienzellen und in zwei Partien zentral gelegener Punktsubstanz differenzieren. An der hinteren und ventralen Seite tritt Pigment auf, wodurch die Entwicklung des Sehorganes sich einleitet (Fig. 113, Taf. XXXVII).

Die beiden Lateralstränge haben sich mit dem hintersten Ende des Ganglions verbunden, das bis zum Ende der Flimmergrube reicht, in welches jene Stränge ursprünglich übergingen. Nunmehr stellen sie zwei dorsal verlaufende, mächtige Nervenstränge dar, die an ihrem hinteren Ende je eine umfangreiche gangliöse Anschwellung besitzen. In Fig. 116 findet man einen Querschnitt abgebildet, auf welchem diese Nerven getroffen sind. Auf der linken Seite der Figur ist das hintere Ganglion bereits durchschnitten. Einige Schnitte weiter nach hinten zu trifft man die hämale Verbindung zwischen beiden Nervenstämmen, welche ebenfalls ihr Lumen bereits verloren hat und zu einem einfachen quer verlaufenden Strang geworden ist. Die definitive Ausbildung des Nervensystems und Auges am Ganglion hat mich nicht beschäftigt, und ich muß mich auf die Bemerkung beschränken, daß die übrigen

seitlichen Nerven im Gegensatze zu den beiden starken hinteren erst später vermutlich vom Ganglion aus entstehen.

Zum Schlusse dieser Beschreibung möge noch die Bemerkung Raum finden, daß die gleichen Entwicklungsvorgänge bei der Bildung der vier ersten Ascidiozooide stattfinden. Auf einem bestimmten Stadium bemerkt man auch bei diesen die beiden mächtigen hinteren Nervenröhren, die kommissurartig hämal vom entodermalen Verbindungsgang mit einander verbunden sind und sich später in die beiden ersten nach hinten zu verlaufenden Nerven umbilden (Fig. 31), welche durch ihre Mächtigkeit auffallen. —

Sonach zeigt die Entwicklung des zentralen Nervensystems in den Knospen der Pyrosomen eine vollständige Übereinstimmung mit den Vorgängen in der Salpenknospung. Auch bei dieser bilden sich Ganglion, Sinnesorgan und Flimmergrube aus der primären Nervenröhre des Stolo, wenngleich ich freilich eine Andeutung der sogenannten Hypophysisdrüse nicht habe finden können, wenigstens auf den von mir untersuchten Stadien. Wie ich oben bereits erwähnt habe, ist aus den bisher vorliegenden Angaben über die Knospung der Ascidien eine Übereinstimmung bezüglich der Entstehung der gleichen Organe nicht zu entnehmen. Freilich erscheinen Beobachtungsfehler in dieser schwierig zu untersuchenden Frage nicht ausgeschlossen.

Interessant ist die Ähnlichkeit der beschriebenen Entwicklungsvorgänge mit den Prozessen, die sich in der Embryonalentwickelung abspielen, worüber für Salpen die genauesten Angaben vorliegen. Es ist anzunehmen, daß auch in den andern Tunikatengruppen Flimmergrube und Ganglion sich ähnlich bilden werden. In jungen Salpenembryonen nun finden wir ebenfalls die gemeinsame Anlage für diese Organe in Form einer Zellblase, die aber im Gegensatze zur primären Nervenröhre der Knospen aus dem Ektoderm sich herleitet. Der Vorderabschnitt dieser primären Nervenblase öffnet sich in den Kiemendarm und wird zur Flimmergrube; der hintere verwandelt sich in Ganglion und Sehorgan. Das Proliferieren des definitiven Ganglions aus der primären Nervenröhre in Pyrosomaknospen wird leicht als ein cenogenetischer Vorgang auf jenen zurückgeführt werden können.

Für die Beurteilung der morphologischen Bedeutung der Flimmergrube sind diese entwicklungsgeschichtlichen Thatsachen von allergrößter Bedeutung. Es liegt mir hier fern, auf diese in so überaus verschiedener Weise beantwortete Frage einzugehen, ohne neue Beobachtungen aus der Embryonalentwicklung der Ascidien

beibringen zu können. Nur die Bemerkung möchte ich nicht unterdrücken, daß die Beobachtungen über Salpen und Pyrosomen der JULIN'schen Auffassung [1]), mit welcher sich seither wohl der größere Teil der Forscher befreundet hat, nicht günstig erscheinen, ebensowenig wie die bei der Beobachtung des lebenden Objektes gewonnenen Befunde, die neuerdings wieder von JOLIET [2]) vorgebracht wurden, daß die Flimmerbewegung in diesem Organe gegen die sogenannte Hypophysisdrüse und nicht gegen den Kiemendarm zu gerichtet erscheint. Freilich spricht dieses Verhalten nur gegen die physiologische Deutung des zuletzt genannten Organes als Drüse, was aber nicht als wesentlich in Betracht kommen kann, wenn es sich nur darum handelt, die Homologie eines Organes festzustellen. Um so schwerwiegender fallen dann aber die entwicklungsgeschichtlichen Vorgänge ins Gewicht.

Noch in einer andern Beziehung sind die Beobachtungen über die Umbildungen des primären Nervenrohres in Pyrosomaknospen lehrreich: nämlich in betreff der sog. Hypophysisdrüse selbst. Gegenüber den großen solitären Ascidien zeigen sich hier allerdings nur rudimentäre Verhältnisse; nichtsdestoweniger läßt sich da deutlicher, als es bei andern Tunikaten geschehen ist, verfolgen, wie sich dieses Organ von der dem Kiemendarm zugekehrten Wand des primären Nervenrohres resp. der Flimmergrube aus bildet, mit der es ein einheitliches Gebilde darstellt. Es wird zu untersuchen sein, ob dies Verhalten nicht allgemein für Tunikaten gültig sei.

c) Die freien Mesodermzellen.

Die in der Stolohöhle zwischen den bisher beschriebenen epithelialen Gebilden liegenden Mesenchymzellen haben für die weitere Entwicklung eine wichtige Bedeutung.

Ein kleiner Teil dieser Zellen wird zu Blutzellen. Dieselben werden mit der Leibesflüssigkeit in den als Blutbahnen persistierenden Räumen der primären Leibeshöhle bewegt. Zwischen den Kiemenspalten sind die runden, mit deutlichem Kern versehenen Blutzellen leicht nachzuweisen (Fig. 119, Taf. XXXVII).

Andere Mesenchymzellen erscheinen bald fixiert als echte

1) CH. JULIN, Étude sur l'hypophyse des Ascidies et sur les organes qui l'avoisinent. Bullet. de l'Acad. r. de Belgique, 3me sér. T. I, Nr. 2, 1881. — Recherches sur l'organisation des Ascidies simples. Arch. de Biol., Vol. II, 1881.

2) L. JOLIET, l. c., p. 80 u. fg.

Bindegewebszellen und scheiden eine homogene Zwischensubstanz aus, welche in alten Tieren die primäre Leibeshöhle bis auf die Blutbahnen erfüllt.

Die Bildung von endothelartigen Auskleidungen der größeren Blutbahnen in älteren Tieren habe ich nicht verfolgt; es ist aber immerhin möglich, daß sich eine solche wird konstatieren lassen, wenn auch freilich nur in beschränkterem Maße als bei anderen größeren Tunikaten. Bei den Salpen konnte ich die Entstehung von Endothelien direkt beobachten und habe früher bereits eine ausführliche Beschreibung gegeben: „Nur ein verhältnismäßig kleiner Teil (von Mesenchymzellen) vereinigt sich zur Bildung von Zellblättern, die stets endothelartig ein feines Plattenepithel darstellen. Derartige Plattenepithele entstehen gleichzeitig an mehreren Stellen und verbinden sich späterhin teilweise zu größeren einheitlichen Zellflächen, weil ihrer Ausdehnung ganz bestimmte Bahnen vorgeschrieben sind, die das Aufeinanderstoßen und Verschmelzen herbeiführen müssen. Eine solche Bildung erfolgt einmal um den Darmtraktus und teilweise um den Hodengang, dann an gewissen Stellen als innere Begrenzung des inneren Cellulosemantels, als Auskleidung von Blutbahnen und einzelnen Sinus der Leibeshöhle." „Die Bildung des Endothels der Blutbahnen erfolgt in ganz ähnlicher Weise (wie das darmumschlingende Endothel), nur scheinen mir die Zellen, wo sie überhaupt vorhanden sind, noch feiner zu sein. Am besten läßt sich die Entstehung auf Querschnitten durch das Kiemenband erkennen (Fig. 19, Taf. X). Solche Bilder scheinen mir dann auch darauf hinzuweisen, daß die homogene Substanzschicht, welche zwischen dem Endothel und der äußeren Wand des Kiemenbandes gelegen ist, von den Endothelzellen ausgeschieden wurde, während dieselben sich aus rundlichen und sternförmigen Bindegewebszellen zu Elementen eines feinen Plattenepithels umwandelten." („Die Knospung der Salpen", p. 83 u. 84.)

In ganz ausgebildeten Tieren habe ich diese Verhältnisse nicht untersucht, aber in einer soeben erschienenen Abhandlung von Todaro[1]) wird ausdrücklich ein zusammenhängendes Endothel der Blutbahnen bei Salpa Tilesii und S. bicaudata erwähnt. „Dirò fin d'ora che tutti i seni sanguigni, grandi e piccoli, di questi animali, compresi anche quelli che formano le reti a strette maglie,

1) F. Todaro, Sull' omologia della branchia delle Salpe con quella degli altri Tunicati. Rendiconti d. R. Accad. dei Lincei, Vol. IV, Fasc. 12, 2° Semest., 16. dic. 1888, p. 439.

hanno una parete costituita da un semplice strato endoteliale di cellule piatte che nella sezione si presentano fusiformi.“

Es erscheint somit VAN BENEDEN's und JULIN's Vermutung, daß den Tunikaten eine endothelartige Begrenzung der Blutbahnen fehle[1]), nicht bestätigt, und es sollte mich gar nicht Wunder nehmen, wenn bei manchen großen, ganz ausgebildeten Formen auch innerhalb der Herzhöhle eine solche sich nachweisen ließe. Dann müßten allerdings diese Autoren ihre Auffassung über den Mangel einer jeglichen genetischen Beziehung des Herzens der Vertebraten und Tunikaten, die ich übrigens zum Teil aus andern Gründen vollständig teile, etwas modifizieren. Scheint es doch ohnehin etwas auffallend, wenn sie bei dieser Auffassung die Behauptung aufstellen: „Il nous paraît évident que le courant ventral des Tuniciers est homologue de la portion sous-intestinale de l'appareil circulatoire de l'Amphioxus et des Vertébrés, que le courant dorsal des Tuniciers est homologue de l'ensemble des vaisseaux aortiques des Vertébrés et de l'Amphioxus“ (l. c. p. 411), gleichzeitig aber die Blutbahnen einer epithelialen Begrenzung entbehren lassen. Eine Homologisierung von Höhlungen des Körpers hat aber doch wohl nur dann Sinn, wenn die volle Gleichwertigkeit der sie umschließenden Wandungen zugegeben wird, was VAN BENEDEN und JULIN in diesem Falle für Tunikaten und Vertebraten kaum thun werden.

An drei Stellen findet man die Mesenchymzellen in größerer Zahl angehäuft. Erstlich am Rücken (Fig. 1, 2 u. 5), wo sie von KEFERSTEIN und EHLERS[2]) als länglicher Zellhaufen bezeichnet und als ein embryonales Organ aufgefaßt worden sind. In Fig. 1, Ind. II, und Fig. 2, Ind. III, sieht man hämal vom entodermalen Verbindungsgang eine Zellgruppe liegen, welche die Anlage desselben darstellt. Später dehnt sie sich neuralwärts zu aus neben den lateralen Nervenröhren, rechts und links vom Entodermrohr. Einige Zeit nach Schwund dieses letzteren sieht man noch immer im vorderen Abschnitt des Rückens die beiden Teile des dorsalen Mesenchymhaufens unverbunden (Fig. 116,

1) VAN BENEDEN et JULIN, l. c. p. 409. „La seule différence que l'on constate résulte de l'absence complète, tout au moins chez certains Tuniciers, peut-être chez tous, d'un endothélium cardiaque. Mais cette différence perd beaucoup de son importance quand on se rappelle d'une part que tous les vaisseaux sont dépourvus, chez ces Tuniciers, de revêtement endothélial . . . .“

2) KEFERSTEIN und EHLERS, Zoologische Beiträge, Leipzig, 1861.

Taf. XXXVII). Unter den Zellen herrscht sehr reiche Vermehrung, und es scheint auch von dieser Region die Bildung der Blutzellen auszugehen. Man findet in Fig. 87, Taf. XXXVI, einige Teilungserscheinungen abgebildet und erkennt da deutlich die zellige Natur der einzelnen Elemente, die mit Unrecht geleugnet wurde.

In der Höhe des Flimmerbogens liegt jederseits in der primären Leibeshöhle eine Zellgruppe, welche KEFERSTEIN und EHLERS als linsenförmigen Körnerhaufen bezeichnet haben und HUXLEY „circular cellular patch, probably a renal organ" nennt. In den Abbildungen auf Taf. XXX und auf dem Schnitt Fig. 103, Taf. XXXVII, erkennt man Form und Lage der betreffenden Zellgruppe. Die einzelnen Zellen erscheinen bei älteren Tieren durch den gegenseitigen Druck ein wenig polygonal gestaltet. Sie besitzen einen deutlichen Kern und spärliches, in zartem Netzwerk verteiltes Plasma. Die Lückenräume sind mit Fettstoffen vollständig erfüllt, die bei Alkoholbehandlung ausgezogen werden, so daß die Zellen in solchen Präparaten ein schaumiges Aussehen haben, während sie in Osmiumpräparaten intensiv dunkel erhalten bleiben.

Sehr ähnlich verhält sich das Gewebe im Eläoblast. Dieser entsteht aus den Mesenchymzellen, welche sich frühzeitig im distalen Abschnitt eines jeden Stolosegmentes rechts und links dem Ektoderm dicht anlegen. Auf den Schnitten Fig. 75—78 sieht man die Eläoblastanlage getroffen. Auf so jungen Stadien fehlen noch die Fettablagerungen in den Zellen. Die beiden seitlichen Teile wachsen neural und hämal gegen die Medianebene zu, in welcher sie sich vereinigen, so daß der Eläoblast als ein breiter Ring den distalen Darmabschnitt umgiebt (Fig. 18, Taf. XXXI, u. Fig. 64, Taf. XXXV). Lange Zeit erkennt man die mediane Naht. Auf der hämalen Seite findet die Verwachsung nur auf einer kleinen Stelle statt, denn auf der größeren Strecke bleibt hier der Geschlechtsstrang der Knospe liegen, so daß die Eläoblasthälften daselbst ziemlich weit voneinander entfernt sind (Fig. 78, 80 u. 81, Taf. XXXVI).

In jungen, aber bereits ausgebildeten Tieren besitzt der Eläoblast eine verhältnismäßig sehr beträchtliche Ausdehnung. Wenn später die Bildung des Stolo prolifer beginnt, wird er kleiner, indem das aufgespeicherte Nährmaterial diesem zu Gute kommt, und erscheint endlich, wenn in alten Tieren der Stolo ganz ausgebildet ist, vollständig geschwunden. Die Verwertung des Eläoblastmateriales beginnt, wenn die Isolierung der Knospen so weit vorgeschritten

ist, daß die Ernährung durch die Blutflüssigkeit vom Muttertiere aus unmöglich geworden ist.

Die Entwicklung der Muskulatur aus den Mesenchymzellen weist einige interessante Verhältnisse auf. Ich habe die Entstehung des Ringmuskels um die Ingestionsöffnung und des Kloakenmuskels verfolgt. Um die ektodermale Einsenkung, an deren Basis die Ingestionsöffnung zum Durchbruch gelangt, gruppieren sich frühzeitig Mesenchymzellen zu einem kreisförmigen Zellstrang. Querschnitte durch denselben (Fig. 100, 104, Taf. XXXVII), lassen 5—7 Zellen erkennen, welche fürs erste von den übrigen Mesenchymzellen nicht verschieden sind, nur daß sie dichter aneinandergepreßt erscheinen und die Zellgrenzen, wenigstens bei den von mir angewendeten Konservierungsmethoden, nicht nachweisbar sind. Ein noch jüngeres Stadium dieser Muskelanlage fand ich auf Schnitten durch junge Ascidiozooide, welche als Kette dem mächtigen Cyathozooid anhaften und ungefähr dem von KOWALEVSKY in Fig. 47 abgebildeten Stadium gleichen. In Fig. 92, Taf. XXXVI, findet man einen solchen Schnitt durch die eben gebildete Ingestionsöffnung gezeichnet und sieht den Muskel auf der einen Seite nur zwei, auf der andern drei Zellen stark. An der Peripherie, von welcher sich die Kerne zurückziehen, treten die Fibrillen auf und erlangen sehr bald eine bedeutende Stärke. Sie sind bandartig (Fig. 102) und verlaufen in der Längsrichtung des Ringmuskels, so daß ihre Kontraktionen die Ingestionsöffnung schließen, während deren Öffnung durch die Elastizität des äußeren Mantels bewirkt wird. Auf einem Querschnitt durch den Muskel erkennt man (Fig. 101), daß die Fibrillenbänder von verschiedener Breite sind und an der Peripherie radiär stehen. Die breitesten Fibrillen liegen gegen die Ingestionsöffnung zugekehrt, die schmalsten diesen gerade gegenüber, dazwischen die übrigen in kontinuierlicher Größenfolge. In der Mitte des Muskels findet man auf zahlreichen Schnitten noch die Kerne der früheren Mesenchymzellen neben accessorischen Einschlüssen.

Es geht aus dieser Darstellung hervor, daß der Muskel um die Ingestionsöffnung rein mesenchymen Ursprungs ist, in seinem fertigen Bau aber die Charaktere trägt, welche die Brüder HERTWIG [1]) der Epithel- resp. Mesoblastmuskulatur zuschreiben. Unter

1) HERTWIG, Die Cölomtheorie, Versuch einer Erklärung des mittleren Keimblattes, Jena 1881.

den Ascidien ist es mir früher[1]) bei Clavelina nicht möglich gewesen, zwischen den Fibrillen der Längsmuskeln Kerne nachzuweisen, und ich hatte darauf hin dieselben auch ihrem histologischen Bau nach als Mesenchymmuskeln in Anspruch genommen. Inzwischen haben VAN BENEDEN und JULIN[2]) die Kerne aufgefunden, und danach scheint es, daß die histologische Beschaffenheit der Muskeln überall die gleiche sei. Demnach bewahrheitet sich im Typus der Manteltiere die so überaus bestechende HERTWIG'sche Auffassung nicht, daß nämlich der histologische Bau des ausgebildeten Muskels auf eine ganz bestimmte Genese schließen lasse, und umgekehrt.

Ganz ähnlich verhält es sich mit den beiden Muskeln, welche an der äußeren Wand der Peribranchialräume, dort wo diese in die Kloake übergehen, liegen und von denen je einer rechts und links fast über den halben Umfang des Tieres sich erstreckt. Die beiden Muskeln liegen in gleicher Höhe (Fig. 103, Taf. XXXVII, ein Schnitt, welcher etwas schräg ausgefallen ist) und wirken ähnlich wie ein Ringmuskel, der in der Medianebene dorsal und ventral unterbrochen ist und demgemäß neue Insertionen gewonnen hat.

In jungen Tieren stellt jede Muskelanlage einen Strang von Mesenchymzellen dar. Wie der Querschnitt Fig. 105 lehrt, sind seine Kerne stärker färbbar als die benachbarten der äußeren Peribranchialwand. Es schien mir das wichtig, weil ich a priori aus dem histologischen Charakter des fertigen Muskels eher einen epithelialen Ursprung vermutete. Auf einem folgenden Stadium, Fig. 106 (ein Schnitt, der den Muskel nicht ganz senkrecht traf, weshalb sein Querschnitt eine besonders langgestreckte, elliptische Form zeigt), erkennt man an der Peripherie des Zellstranges einzelne Fibrillen, und in jungen ganz ausgebildeten Tieren findet man dieselben bereits viel ansehnlicher geworden, während die in der Mitte gelegenen Kerne kleiner sind als in jüngeren Stadien (Fig. 107). In ganz alten Tieren, namentlich von Pyrosoma giganteum, besitzen die Fibrillen eine außerordentliche Mächtigkeit und erstrecken sich nahezu bis in das Zentrum des Gesamtmuskels hin.

Aus dem Mesenchym nehmen endlich auch **Herz** und **Perikardium** ihren Ursprung. Das erste Auftreten dieses Organes

1) Die Entwicklungsgeschichte der socialen Ascidien. Jen. Zeitschr. f. Naturw., Bd. XVIII.

2) VAN BENEDEN et CH. JULIN, Recherches sur la morphologie des Tuniciers. Arch. de Biologie, Vol. VI, 1886.

konnte ich in sehr frühen Stadien bereits beobachten. Wenn der Stolo durch eine Einschnürung in zwei Segmente zu zerfallen beginnt (Fig. 14), erscheint am distalen Ende der rechten Peribranchialröhre der älteren Knospe hämalwärts ein kleiner Zellhaufen, der sich eine Strecke weit distal zu erstreckt. Beim ersten Auftreten fand ich ihn etwa aus zwanzig Zellen zusammengesetzt. In Fig. 75 u. 76, Taf. XXXVI, sind zwei Schnitte durch die Herzanlage gezeichnet, aus welchen die vom Peribranchialraume unabhängige Entstehung aus Mesenchymzellen des Stolo hervorgeht. Auf Schnitten, die noch weiter distal zu geführt sind, findet man die Zellgruppe zwei und füglich nur eine Zelle breit, dem Entodermrohre anliegend, aber stets von demselben deutlich gesondert, so daß ich eine entodermale Entstehung des Herzens, die ich bei Ascidien konstatiert und die bereits van Beneden und Julin und Maurice[1]) bestätigt haben, für ausgeschlossen halten muß.

Jetzt tritt sehr bald im Zentrum des kleinen Haufens ein Lumen auf, um welches sofort, beim ersten Auftreten schon die Zellen in einem einschichtigen Epithel angeordnet erscheinen. Die Kerne dieser primären Herzblase, die sich bereits vermehrt haben, sind etwas kleiner und stärker färbbar als die der benachbarten Peribranchialröhre (Fig. 77). Wie sich aus der weiteren Entwicklung ergiebt, ist der aufgetretene Hohlraum die Perikardialhöhle. Auf einem fast gleichen Stadium findet man das primäre Herzbläschen in den Figuren 62 u. 63 auf Taf. XXXV, in welchen das proximale Ende derselben durchschnitten ist, das sich zwischen Peribranchialraum und Darm einschiebt.

Weiterhin streckt sich das Bläschen, das auf der rechten Seite des Kiemendarmes gelagert bleibt, beträchtlich in die Länge und gewinnt etwa birnförmige Gestalt (Fig. 21, Individuum II). In Fig. 78, Taf. XXXVI, ist ein Längsschnitt durch dieses Stadium abgebildet, aus welchem man erkennt, daß die dem Darm noch immer mit konvexer Fläche zugekehrte Wand aus größeren Zellen besteht als die äußere. Das distale Ende des rechten Peribranchialraumes legt sich dicht an den proximalen Saum des primären Herzbläschens an (Fig. 79) und überdeckt es bereits an manchen Stellen. Auf diesem Stadium könnte man leicht versucht sein, das Herzbläschen für einen abgeschnürten Teil des Peribranchialraumes zu halten.

1) Maurice, Étude monographique d'une espèce d'ascidie composée, Liège, 1888, p. 254.

Der Schnitt Fig. 80, der einem Stadium entstammt, das dem Individuum III in Fig. 2 nahezu gleicht, zeigt das Organ bereits bedeutend vergrößert und giebt eine deutliche Vorstellung über die dasselbe zusammensetzenden Zellformen. Der Schnitt hat die ganze Endfläche getroffen, in welcher die großen Kerne auffallen.

Das primäre Herzbläschen gelangt allmählich bei der Vergrößerung des Kiemendarmes an die hintere Wand desselben und dorsal vom Endostylfortsatz, während es anfänglich seitlich lag. Die dem Kiemendarm zugekehrte Wand beginnt sich jetzt gegen die entgegengesetzte einzustülpen (Fig. 82). Dieser Prozeß schreitet rasch vor, und sehr bald ist ein Doppelrohr gebildet, das der hinteren Kiemendarmwand dicht anliegt, in seiner Medianebene aber einen Spalt besitzt, an welchem äußere und innere Schicht ineinander übergehen (Fig. 81 u. 83). Die äußere Schicht, die aus Plattenzellen besteht und welcher der Eläoblast dicht anliegt, ist das Perikardium; die innere, die nach Art eines echten Muskelepithels Fibrillen bildet, ist der Herzschlauch. Schon in jungen Tieren sind die beiden Ränder einander sehr genähert, jedoch nicht so dicht, daß nicht Blutkörperchen hindurchtreten könnten. Dadurch aber, daß das Herz der hinteren Kiemendarmwand dicht anliegt, wird durch diese der Austritt des Blutes verhindert. Nur an zwei Stellen, den Ostien, bleibt der Spalt unverschlossen, durch welche dann die Blutein- und Ausfuhr aus der Herzhöhle in die Lückenräume der primären Leibeshöhle und umgekehrt erfolgen kann.

Besondere Gefäße gehen, wenigstens in jüngeren Tieren, vom Herzen nicht aus, sondern das Blut zirkuliert in den Lückenräumen, welche zwischen dem spärlichen Bindegewebe von der primären Leibeshöhle noch übrig geblieben sind. Im Kiemenkorbe sind allerdings auf die oben beschriebene Art und Weise durch Faltungen des Kiemendarmes und der inneren Peribranchialwand regelmäßig verteilte Blutbahnen geschaffen, welche, wenigstens in jüngeren Knospen, von Epithel begrenzt sind. Später allerdings scheinen diese weiten Bahnen durch ein zartes Bindegewebe von homogener Zwischensubstanz und spärlichen Kernen an vielen Stellen eingeengt zu werden, so daß auch da die Blutbahnen einer geschlossenen epithelialen Begrenzung entbehren.

Die eben beschriebene Entwicklungsweise des Herzens in Pyrosomaknospen stimmt in allen wesentlichen Punkten mit den Vorgängen überein, wie ich sie bei der Salpenknospung beobachtet

habe, mit dem einzigen Unterschiede, daß sich da, wie ich glaubte, das primäre Herzbläschen von einer der beiden Peribranchialröhren (Seitenstränge) aus bildet.

Auch zwischen Knospung und Embryonalentwicklung der Pyrosomen scheint Übereinstimmung zu herrschen, da sich nach den Untersuchungen von KOWALEVSKY im Cyathozooid das Herz und Perikardium ebenfalls aus einem Mesenchymzellhaufen entwickeln sollen.

Bemerkenswerte Unterschiede treten aber zu Tage, wenn wir die Vorgänge aus der Entwicklung der Ascidien mit der der Pyrosomen und Salpen vergleichen. In Knospen und Embryonen der Ascidien entsteht das Herz entodermal, aber verschieden in den beiden Entwickelungsweisen.

In den Embryonen sind es zwei solide entodermale Wucherungen, welche sich später aushöhlen und zu einem unpaaren Raum, der ersten Anlage der Perikardialhöhle, verschmelzen. Dazu kommt ein von VAN BENEDEN als Epikardium bezeichnetes Gebilde, welches in jüngeren Stadien die paarige Kommunikation der Perikardialhöhle mit der Kiemendarmhöhle vermittelt, später vom Herzen sich abtrennt und ein selbständiges Organ darstellt, das zwischen diesem und dem Darmtraktus gelegen ist und den medianen Spalt der Herzhöhle, die Herzraphe, verschließt. In den Kiemendarm mündet das Epikardium durch zwei Öffnungen, nach hinten zu stellt es einen einheitlichen Raum dar, der sich rasch verjüngt, bis schließlich die Wandungen als zwei dicht aneinandergepreßte Lamellen den hintersten Leibesabschnitt durchziehen. Ich habe dieses Organ auf jüngeren Stadien bei Clavelina beschrieben und abgebildet (Die Entwicklung der socialen Ascidien, Jen. Zeitschr. f. Naturw., XVIII, Fig. 44, 45, 47, 56), konnte aber die Bedeutung desselben für die Knospung nicht erkennen, da ich, wie ich in meiner damaligen Arbeit ausdrücklich betonte, die aus dem Ei entstandene Solitärform niemals zur ungeschlechtlichen Vermehrung sich anschicken sah. Dies haben aber VAN BENEDEN und JULIN beobachtet, und sie geben an, daß aus diesem entodermalen Epikardium das Entodermrohr der Knospen sich bilde, daß es also bei der ungeschlechtlichen Vermehrung dieselbe Rolle spiele wie der Endostyl- oder Entodermfortsatz der Pyrosomen und Salpen.

Jedoch zeigt sich hier ein bemerkenswerter Unterschied. Der Entodermfortsatz der Ascidien, das Epikardium, liegt nämlich dorsal vom Herzen, zwischen diesem und dem Verdauungstraktus;

der der Pyrosomen dagegen ventral vom Perikardium, zwischen diesem und der äußeren ektodermalen Leibeswand. Bei Ascidien legt sich der Entodermfortsatz dicht an die dorsale Wand des Perikardiums an und verschließt somit den äußerst schmalen Spalt der Herzhöhle, an welchem die endothelartige Wand des Perikardiums in das Muskelblatt der Herzwandung sich umschlägt, um nur vorn und hinten an je einer Stelle den Ein- und Austritt des Blutes zu ermöglichen. Bei den Pyrosomen wird dieser Spalt durch die hintere Wandung der Kiemendarmhöhle selbst verschlossen, was sich aus der eben erwähnten Lagerung des Herzens und Endostylfortsatzes ergiebt. Es tritt somit bei den Pyrosomen die ausschließliche Bedeutung dieses Gebildes als Entodermbildner für den Stolo scharf hervor.

In den Ascidienknospen liegen, wie VAN BENEDEN und JULIN auseinandergesetzt haben, die Verhältnisse bezüglich der Herzbildung ganz anders als in Embryonen. Der Entodermfortsatz oder das Epikardium der solitären aus dem Ei stammenden Form geht als eine aus zwei dicht aneinandergepreßten Lamellen von Plattenzellen bestehende Scheidewand in die Stolonen hinein. An gewissen Stellen in diesen entstehen die Knospen, deren Entoderm von den Entodermlamellen des Stolo geliefert wird, die wiederum ein Lumen zwischen sich gewinnen und deren Plattenzellen die mannigfachsten histologischen Umbildungen zu Zylinderzellen, kubischen Elementen u. s. w. erfahren. Aus dem äußersten distalen, in die Knospen übertretenden Entoderm wird der Kiemendarm, der als besondere Ausstülpung den Verdauungstraktus bildet. Aus dem proximalen, der die Verbindung zwischen Kiemendarm und Entodermlamellen im Stolo herstellt, entsteht das Herz. Und zwar ist die Perikardialhöhle ebenso wie in Embryonen ein von der Entodermhöhle abgeschnürter Teil, der sich nach hinten zu verjüngt und schließlich schwindet, weil Herz- und Perikardialwand, die ihn begrenzen, zu zwei dicht aneinandergepreßten Lamellen werden, um die Scheidewand zwischen den beiden Blutbahnen in den Stolonen zu bilden. Die Herzhöhle dagegen ist, wie überall bei den Tunikaten, ein besonderer Raum der primären Leibeshöhle.

Die bisherigen Angaben bezüglich der Bildung des Herzens in den Embryonen der übrigen Tunikatenordnungen lassen sich an Genauigkeit mit denen über Ascidien nicht vergleichen, und so wird sich später wohl überall Gleichheit der Vorgänge herausstellen. Es besteht also nur Verschiedenheit bezüglich der Herz-

bildung in Knospen und in Embryonen der Ascidien, dann aber allerdings auch in der Knospung der verschiedenen Tunikatengruppen, welche sich überhaupt durch eine bedeutende Variabilität auszeichnet.

Daß das Mesoderm in Pyrosoma- und Salpenknospen Herz und Perikardium bilden kann, die in der Embryonalentwickelung anderer Tunikaten, speziell der Ascidien, dem inneren Blatte ihre Entstehung verdanken, wird uns jetzt nicht mehr Wunder nehmen können, nachdem wir gesehen haben, daß auch noch andere Organe in der ungeschlechtlichen Vermehrung diesem Blatte entstammen, obwohl sie sonst aus anderen Embryonalblättern ihren Ursprung nehmen. Es werden diese Thatsachen im nächsten Kapitel ihre befriedigende Erklärung finden. Für die verschiedene Genese jenes Organes aber bei Ascidienknospen einerseits, den Knospen von Pyrosoma und Salpen andrerseits gilt dies freilich nicht. Jedoch sind solche Befunde über Verschiedenheiten in der ungeschlechtlichen Vermehrung verschiedener Klassen eines Typus immerhin noch viel weniger auffallend als die neueren Angaben über die Entstehung des Selachierherzens, das allerdings mit dem der Tunikaten nicht homologisiert werden darf. Rückert [1]) hat neuerdings eine Anzahl Selachier daraufhin untersucht und gefunden, daß das Herzendothel sowohl entodermalen als mesodermalen Ursprungs sein kann; ja er nimmt sogar an, daß Zellen aus beiden Keimblättern zusammentreten können, um, nachdem sich ihre histologischen Verschiedenheiten ausgeglichen haben, gemeinsam zur einheitlichen Bildung des Herzendothels beizutragen.

d) Der Geschlechtsstrang.

Der einem jeden Segmente zukommende Teil des Geschlechtsstranges ist für die ungeschlechtliche Vermehrung der Pyrosomen von eminenter Bedeutung, denn er läßt sowohl den Zwitterapparat entstehen als auch das gesamte Mesoderm aller späteren Knospen, welche das Tier weiterhin noch hervorbringen kann.

In Fig. 14—19, Taf. XXXI, erkennt man, wie der Geschlechtsstrang, der anfänglich die ganze hämale Basis des Segmentes eingenommen hat, an das distale Ende desselben rückt. Während dieses Vorganges wächst die früher bereits erkennbare Eizelle und

---

1) Rückert, Über die Entstehung der endothelialen Anlagen des Herzens und der ersten Gefäßstämme bei Selachier-Embryonen. Biolog. Centralblatt, Bd. VIII, 1888.

erscheint allseitig von den übrigen indifferenten Zellen des Stranges umgeben. Rechts und links, neural und hämal vom Ei liegen diese nur in einer Schicht, proximal und distal aber sehr zahlreich. Es bestätigt das auch der in Fig. 86, Taf. XXXVI, abgebildete Querschnitt durch das Ei des Geschlechtsstranges aus einem Stadium, das zwischen den in Fig. 17 u. 19, Taf. XXXI, abgebildeten in der Mitte steht. Schon früher lösten sich an der Peripherie des Geschlechtsstranges einzelne Zellen los, um als freie Mesodermzellen die Höhlungen des Stolo zu durchwandern und zu Blut- und Bindegewebszellen zu werden. Es ergiebt sich das aus den schon oben angezogenen Schnitten Fig. 55 u. fg. Namentlich der proximal von der Eizelle gelegene Teil der indifferenten Zellen des Geschlechtsstranges ist in Auflösung begriffen, wie das Fig. 20 beweist, wenn man dieselbe mit jüngeren Stadien vergleicht. Ich nehme an, daß aus diesen Zellen der dorsale Mesenchymzellhaufen sich bildet, der sich dann freilich, wie wir oben gesehen haben, selbständig vergrößert, indem seine Zellen in reger Teilung begriffen sind. Von solchen Zellen leiten sich wohl auch die Zellstränge her, die zu beiden Seiten des Entodermfortsatzes gelegen sind und von denen der rechte bis dicht an das Perikardium hin reicht (Fig. 81, Taf. XXXVI ms_1). Ich habe bereits oben, bei Beginn der Besprechung der Knospung, dieser Mesenchymstränge Erwähnung gethan.

In dem distalen Teil des Geschlechtsstranges findet man oft schon frühzeitig neben den indifferenten Zellen solche, welche durch den großen, bläschenförmigen Kern sich als Eizellen zu erkennen geben (Fig. 22) und, wie die weitere Entwicklung lehrt, in der That zum Teil zu Eiern werden. Diese jungen Eizellen liegen dann stets im Zentrum des distalen Teils des Geschlechtsstranges.

Auf einem folgenden Stadium (Fig. 24) erkennt man, daß der Geschlechtsstrang sich in zwei Teile geteilt hat, die durch eine lose Zellreihe noch miteinander in Verbindung stehen. Es hält nicht schwer, alle möglichen Zwischenstadien vom noch einheitlichen Geschlechtsstrang bis zur völligen Teilung aufzufinden. Dadurch ist der distale Abschnitt bis dicht an den Endostylfortsatz herangekommen, während der proximale mit dem Ei an der alten Stelle geblieben ist. Ich habe durch solche Stadien Längsschnitte angefertigt und einen derselben in Fig. 85, Taf. XXXVI, abgebildet, welcher den Vorgang des Zerfalls in die beiden Teile klar vor Augen führt. Der proximale Abschnitt bleibt im Muttertiere zurück

und bildet den Zwitterapparat, der distale wird zum Mesoderm des Stolo.

Die Bildung des Geschlechtsapparates geht in der bereits durch HUXLEY bekannt gewordenen Art und Weise vor sich, so daß ich nur einiges hinzuzufügen habe. Während die Eizelle bedeutend wächst, wobei sie stets von einem Follikel umgeben bleibt, beginnen die Zellen an einer proximal und links vom Ei gelegenen Stelle durch lebhafte Teilung sich rasch zu vermehren, so daß ein in die Leibeshöhle hineinragender Zellhaufen gebildet erscheint (Fig. 84). Dieser ist die Anlage des Hodens und rückt sehr bald zur Linken neben das Ovarium.

Im jungen Hoden kann man bereits zwei Partien unterscheiden (Fig. 3): eine zentrale, aus ganz gleichartigen Zellen zusammengesetzte und eine periphere, die nach Art eines Follikels jene mehr oder minder dicht umhüllt. Von der peripheren Schicht bildet sich frühzeitig, wenn deren Zellen noch fast kubisch sind, der Samenleiter (Fig. 6 *sl*), und zwar von der der Eizelle zugekehrten Seite aus. Sein Lumen ist anfangs nur sehr fein (Fig. 45, Taf. XXXIV), wird aber später recht ansehnlich, nachdem sich der Kanal in die Kloake geöffnet hat.

Der sich weiterhin mächtig vergrößernde Hoden treibt das ektodermale Hautepithel buckelförmig vor sich her (Fig. 10, Taf. XXXI), so daß er füglich (Fig. 15) in eine sackartige Ausstülpung zu liegen kommt. Dabei zerfällt die ursprünglich fast kugelige Anlage in eine Anzahl von Lappen, die aber sämtlich von der zu einem zarten Plattenepithel gewordenen peripheren Schicht umhüllt werden und an der äußeren Seite miteinander in Verbindung stehen, so daß der Samenleiter als gemeinsamer Ausführungsgang bestehen bleibt. Die Bildung der Spermatozoen aus den Zellen der ursprünglichen zentralen Partie der Hodenanlage erfolgt, soweit ich gesehen habe, in der gleichen Weise wie bei Salpen, so daß ich auf die früheren Mitteilungen über diese verweisen kann.

Die Veränderungen, die das Ei mit seinen peripheren Zellen bis zur Reife zu durchlaufen hat, sind nur unbedeutend. Die letzteren bilden sich zu einem durchaus einschichtigen Follikel um, dessen Zellen immer mehr zu Plattenzellen werden. Nach vorn zu, dort ungefähr, wo die nunmehr abgetrennte distale Partie des Geschlechtsstranges lag, erheben sich die peripheren Zellen frühzeitig schon, bevor sie den ausgeprägten Charakter der Follikelzellen tragen, zur Bildung des zuerst ganz kurzen Eileiters. Sein

vorderes Ende gelangt an die Kloakenwand (Fig. 42, Taf. XXXIV) und durchbricht dann dieselbe. Man erkennt aus der eben erwähnten Abbildung, daß Ovarium und Hoden auf diesem Stadium median noch innig miteinander verbunden sind.

Der Eileiter, der sich seiner Genese entsprechend in den Follikel fortsetzt, besitzt an seinem dem Ei zugekehrten Ende ein richterförmig erweitertes Lumen (Fig. 10 u. 15, Taf. XXXI). Wie schon KOWALEVSKY beobachtete, findet man hier frühzeitig Spermatozoen, die von einem fremden Tiere herrühren müssen, weil zu dieser Zeit der eigene Hoden noch nicht reif geworden ist. Exzentrisch, diesem Ende genähert liegt das Keimbläschen des Eies.

Noch muß ich auf ein nicht uninteressantes Verhältnis aufmerksam machen, das man gelegentlich beobachten kann. Man begegnet nämlich des öfteren zwei Eiern innerhalb desselben Follikels (Fig. 40, Taf. XXXIV). Ich glaube, daß später das eine davon, und zwar das dem Eileiter gegenüberliegende, eine Rückbildung erfährt. Denn ich habe niemals die Entwicklung von mehr als nur einem Ei zum Cyathozooid in einem Tiere gesehen. Auch noch auf weiter vorgeschrittenen Stadien sieht man gar nicht selten neben dem eigentlichen Ei ein zweites kleineres (Fig. 15, Taf. XXXI). Ich habe anfänglich gemeint, daß dieses letztere ebenfalls entwicklungsfähig sei und in einer späteren Lebenszeit des Tieres befruchtet würde, wenn das andre Ei die Entwicklung beendigt hätte. Jedoch konnte ich mich davon nicht überzeugen und muß es demnach für vollständig richtig halten, daß jede Pyrosoma überhaupt nur ein einziges Ei zur Entwicklung bringt.

Was füglich den distalen Teil des Geschlechtsstranges anbelangt, so rückt dieser an die dorsale und hintere Seite des Endostylfortsatzes dicht heran und bildet den Keimstrang (*ms* in Fig. 1, Individuum III), den wir am Eingange dieser Darstellung als Ursprung für das gesamte Mesoderm des Stolo kennen gelernt haben.

Aus dieser Darstellung der Entwicklung des Geschlechtsstranges ergiebt sich mit vollster Sicherheit die Entstehung des Zwitterapparates eines Tieres und des Mesoderms seiner Knospen aus einer gemeinsamen Anlage. So findet auch die außerordentliche histologische Umbildungsfähigkeit des Knospenmesoderms ihre Erklärung. Denn als einem Teil des ursprünglichen Geschlechtsapparates muß seinen Zellen die Fähigkeit innewohnen,

einen vollständigen Organismus und somit auch alle Gewebe aus sich hervorgehen zu lassen.

Hier bei Pyrosomen und Salpen äußert sich diese Fähigkeit nur in beschränkterem Maße in der Bildung des Nervensystems, des Herzens, der Peribranchialwände, der Muskulatur, des Bindegewebes und des Eläoblastes. Es erklärt sich aber weiter auch das gewiß eigentümliche Verhältnis, das kein ursprüngliches sein kann, daß nämlich eine jede Pyrosoma nur ein einziges Ei zur Entwicklung bringt, weil ja der übrige Teil des ursprünglichen Geschlechtsapparates als Mesoderm in den Stolo übergeht.

Etwas anders liegen die Verhältnisse bei den Salpen, die sich bekanntlich durch die typische Form des Generationswechsels auszeichnen, indem die aus dem befruchteten Ei entstandene Solitärform als sogenannte Amme sich ausschließlich ungeschlechtlich durch Knospung eines Stolo prolifer vermehrt, während die durch ungeschlechtliche Zeugung entstandenen Kettensalpen als Zwittertiere sich nur geschlechtlich fortpflanzen und durch einen mehr oder minder tief gehenden Dimorphismus gegenüber den Ammen ausgezeichnet erscheinen. Phylogenetisch hat sich diese cyklische Entwicklung in der Weise eingeleitet, daß nicht nur, wie es bei Pyrosomen der Fall war, ein Teil, sondern der gesamte Geschlechtsapparat der Solitärform als Mesoderm in den Stolo prolifer überging, so daß diese anscheinend jeglicher Geschlechtsorgane entbehrte, weil sie in ihrem Inneren keine Sexualzellen zur endgültigen Reife und Entwicklung bringen konnte. Da gegenwärtig wohl in den meisten Fällen, wenn nicht in allen, der Übertritt in die Stolohöhle auf einem histologisch noch fast indifferenten Stadium erfolgt, ließ sich auch bei dem Studium der Salpenknospung der Nachweis nicht führen, daß das Mesoderm des Stolo nichts weiter sei als der in ganz bestimmter Weise verwertete Geschlechtsapparat der ursprünglich noch ausschließlich geschlechtlich sich fortpflanzenden Solitärform, und man mußte sich begnügen, ein indifferentes, embryonales Mesoderm zu konstatieren. Freilich erscheint es stets als nicht einwandsfrei, wenn man sich genötigt sieht, ein solch' embryonales Material, das in einem tierischen Organismus zu verschiedenen weiteren Bildungen verwertbar bliebe, anzunehmen.

Daß der Geschlechtsstrang des Stolo und der Geschlechtsapparat des Muttertieres gleichen Ursprungs sind, haben bereits Huxley und Kowalevsky erkannt. Und als ob es für die andern Gebilde des Stolo noch weiterer Beweise als die bisher von mir

gegebenen bedürfte, fanden sich unter den überaus zahlreichen Präparaten, die ich untersuchte, eine Anzahl von Mißbildungen, welche eben durch die beschriebene Art der Stoloentwicklung ihre Erklärung finden.

Ich verweise in dieser Beziehung zunächst auf Fig. 26, Taf. XXXII, welche einen jungen Stolo darstellt, in welchem inmitten des Nervenrohres eine deutliche Eizelle liegt. Dieselbe gleicht denjenigen im Geschlechtsstrang vollkommen, so daß das Nervenrohr, in welchem übrigens kein Lumen nachweisbar ist, jenem ganz ähnlich erscheint. Ich brauche wohl nicht erst besonders zu betonen, daß in diesem Falle etwa von Parasitismus ebensowenig die Rede sein kann wie von Verwechslung mit einer vorzeitig sich entwickelnden Ganglienzelle im primären Nervenrohr, welch' letzterer Fall übrigens von vornherein noch viel auffallender wäre, wenn man die oben gegebene Darstellung der späten Entwicklung des definitiven Ganglions in Erwägung zieht.

Wenn wir uns dagegen an die oben gegebene Beschreibung der Entstehung des Nervenrohres aus dem distalen Teil des Geschlechtsstranges des Muttertieres, aus dem Keimstrange für den Stolo, erinnern und an das gelegentliche frühzeitige Auftreten von mehreren Eizellen in demselben (vgl. Fig. 22 auf Taf. XXXII), so findet jene Mißbildung ihre volle Erklärung.

Ich habe auch junge Ketten im Alter der in Fig. 20 abgebildeten gesehen, in welchen im Nervenrohr des proximalen Segmentes eine größere Anzahl von Eiern lagen, so daß ohne Kenntnis der Lagebeziehung dasselbe vom wirklichen Geschlechtsstrang kaum zu unterscheiden gewesen wäre. Dann fand ich auch im distalen Tier auf der hämalen Seite Eizellen (Fig. 25), welche sich vermutlich aus den freien Mesodermzellen, die ja dem Geschlechtsstrange entstammen abnormerweise entwickelt hatten.

III. Die Bildung des Pyrosomastockes.

Der ausführlichen Beschreibung, die ich über den fortgesetzten Knospungsvorgang in älteren Stöcken gegeben habe, möchte ich einige Bemerkungen über das erste Auftreten der Knospen an den vier ersten Ascidiozooiden des Stockes hinzufügen. Meine diesbezüglichen Beobachtungen sind, wie sich aus der Schwierigkeit der Beschaffung des Materials erklärt, nur unvollständig.

Die ungeschlechtliche Vermehrung beginnt bei den vier ersten

Ascidiozooiden sehr frühzeitig. Wenn noch das Cyathozooid an Masse die Ascidiozooide um ein Mehrfaches übertrifft und vorn und hinten über diese hinausragt (etwa der KOWALEVSKY'schen Figur 47 entsprechend), ist zu jeder Seite der Entodermfortsätze, durch welche die einzelnen Individuen miteinander zusammenhängen, je ein kurzer Mesodermzellstrang auf geeigneten Schnitten anzutreffen. Auf dem Längsschnitt durch das äußerste Individuum einer solchen Kette, der der rechten Körperhälfte, aber in unmittelbarer Nähe der Medianebene, angehört, erkennt man (Fig. 90) an der Spitze des Entoderms einen mesodermalen Zellhaufen, der sich bis dicht zum Perikardium verfolgen läßt. Auf dem folgenden Medianschnitt ist er nicht mehr zu sehen, und das Entoderm reicht hier bis an das ektodermale Hautepithel heran (Fig. 91).

Führt man durch solche oder nur wenig weiter entwickelte Stadien Schnitte senkrecht auf den Endostylfortsatz, so findet man, ganz ähnlich wie bei den späteren Knospengenerationen, jederseits bereits die Peribranchialröhre gebildet. In Fig. 95 (Taf. XXXVI) sind diese Verhältnisse gezeichnet, die nach den früheren Beschreibungen ohne weiteres verständlich sein müssen. Die Röhren lassen sich nur auf wenigen Schnitten verfolgen und verlieren proximal zu sofort ihr Lumen. Man findet dann 2—3 dicht nebeneinander liegende Zellen auf dem Querschnitt (Fig. 96, rechts), die mit keinem Organe des Tieres im Zusammenhange stehen. Ich muß daher annehmen, daß diese Gebilde aus Mesenchymzellen, wie sie überaus zahlreich die primäre Leibeshöhle durchsetzen, zusammengetreten sind.

Außerdem findet man um den Endostylfortsatz zahlreiche Mesenchymzellen, die aber überall einzeln oder zu Gruppen von zwei bis drei vereinigt erscheinen und teilweise mit Dotterplättchen, die dem in Rückbildung begriffenen Dotter des Cyathozooids entstammen, beladen sind. Von der Anlage des Nervenrohres der kommenden Knospen ist auf diesem Stadium noch nichts zu sehen. Führt man daher Schnitte durch die äußersten Entodermfortsätze, die stets ein proximales Ascidiozooid mit dem nachfolgenden distalen derselben Kette verbinden, so findet man das Entodermrohr bis an das Ektoderm dicht heranreichend und nur hämal und neural davon einige Mesenchymzellen (Fig. 97). Das sieht man auch leicht an geeignet orientierten Totalpräparaten, an denen man dann bei Einstellung des Tubus auf weiter proximal zu gelegene Regionen zunächst rechts und links vom Endostylfortsatz den Eläoblast dicht anliegend (Fig. 30, Taf. XXXIII), und dann

zwischen diesen eine kurze Strecke hindurch die Peribranchialröhren wahrnehmen kann.

In Fig. 31 und 32, Taf. XXXIII, sieht man die Verbindungsgänge zwischen den Ascidiozooiden bereits röhrenförmig in die Länge gezogen, und wenn später bei vollständiger Rückbildung des Cyathozooids die endgültige Lagebeziehung der vier ersten Ascidiozooide gewonnen ist (vgl. Kowalevsky, Figur 56), sind dieselben zu Röhren geworden, deren Entoderm das Lumen ähnlich einer Scheidewand quer durchsetzt und deren Länge der Breite eines Tieres entspricht.

Später erfolgt die Rückbildung dieser Röhren, die man aber lange Zeit an den Seiten und außerhalb der Ascidiozooide im äußeren Cellulosemantel der jungen Kolonie beobachten konnte. Gleichzeitig erheben sich jedoch an der hinteren ventralen Spitze aller vier Ascidiozooide, dort wo die Verbindungsröhre ausgeht, die Knospen, zu denen bereits in jüngeren Stadien das Material bereit lag. Wenn man nämlich die äußerste Spitze des jungen am distalen Ende der Kette gelegenen Ascidiozooids betrachtet (Fig. 28 u. 29, Taf. XXXIII), so sieht man, daß dorsal vom Entodermfortsatze dem Ektoderm eine mesodermale Zellenmasse dicht anliegt. Das Gleiche kann man auch auf den mittleren Individuen der Kette sehen (Fig. 32). Dieselbe spielt bei der weiteren Knospung die nämliche Rolle, wie der Keimstrang (*ms*, Taf. XXX), den wir bei der Beschreibung der späteren Knospengenerationen in älteren Kolonien kennen gelernt haben. Nur habe ich das Eine nicht ganz sicher feststellen können, ob die Geschlechtsorgane der vier ersten Ascidiozooide wirklich aus den Zellen entstehen, die wenig zahlreich weiter dorsalwärts zu sehen sind.

Jedenfalls aber bilden sie sich aus Mesenchymzellen, die in jüngeren Stadien mit Blut- und Bindegewebszellen identisch sind und erst durch die bestimmte Lage zur Ausbildung von Propagationszellen geeignet werden. Von diesen Geschlechtsorganen der vier ersten Ascidiozooide leiten sich, wie wir kennen gelernt haben, die Fortpflanzungszellen aller folgenden Knospengenerationen im Stocke direkt ab, so daß schon im Momente der Entstehung die junge Knospe die Anlage ihrer Fortpflanzungsorgane in Gestalt eines Mesenchymzellhaufens besitzt, der allerdings noch mannigfache Veränderungen durchzumachen hat.

Bei den Ascidienknospen entstehen die Geschlechtsorgane in ganz ähnlicher Weise aus Mesenchymzellen, die den Blut- und Bindegewebszellen vollkommen gleichen. Oft sind die Eizellen

bereits in ganz jungen Knospenanlagen zu unterscheiden, in denen die drei Keimblätter noch keine besonderen Organe zur Entwicklung gebracht haben (Didemnium), oft erst sehr spät, wenn die dreiblätterige Knospenanlage bereits ganz in die Tunikatenform übergeführt erscheint (Clavelina). Ich habe diese Entstehungsweise des Eierstockes schon vor Jahren beschrieben [1]), und es gereicht mir zu um so größerer Genugthuung, daß van Beneden und Julin in dieser Frage zu gleichen Resultaten gelangt sind, als ein in der Entwicklungsgeschichte erfahrener Forscher seinerzeit meine Angaben in sehr bestimmter Weise zurückgewiesen hatte, ohne eigene Beobachtungen vorzubringen.

Bei den Ascidien teilt sich die einheitliche Anlage der Geschlechtsorgane in zwei Bläschen, deren eines zum Hoden, deren anderes zum Ovarium wird. Auch bei Pyrosomen fanden wir einen ganz ähnlichen Vorgang, nur daß da die Hohlräume innerhalb der beiden Anlagen, mit Ausnahme natürlich der sich erst später bildenden Ei- und Samenleiter, in allerbeschränktestem Maße und im lebenden Objekte vielleicht gar nicht auftreten.

In letzter Instanz leiten sich die den Genitalapparat bildenden Mesenchymzellen der Ascidien wie alle andern von den beiden seitlichen Mesoblaststreifen des Embryos, durch deren Auflösung sie entstanden sind, ab. Dies veranlaßte van Beneden und Julin zu der Annahme, daß die Höhlungen in den Geschlechtsorganen einen Teil der enterocölen Leibeshöhle der Tunikaten darstellen, welche mit der des Amphioxus und der hypothetischen Protochordaten homolog sei. Man wird sich aus mehreren Gründen gegen eine solche Auffassung erklären können. Ich möchte nur darauf hinweisen, daß man mit derselben Berechtigung, vom rein morphologischen Standpunkte aus, dann auch die vom Endothel ausgekleideten Blut- und Lakunenräume, welche man allgemein und mit Recht der primären Leibeshöhle zurechnet, einer sekundären enterocölen Leibeshöhle vergleichen müßte, denn sie entstehen aus Mesenchymzellen, die denen, welche die Geschlechtsorgane bilden, in jeder Beziehung vollkommen gleichwertig sind. van Beneden und Julin stützen sich aber auch darauf, daß die Organe der Fortpflanzung insofern allen andern gegenüber eine besondere Stellung beanspruchen, als sie durch das ganze Tierreich hindurch homolog sein und demgemäß auch, weil sie niemals während der phylogenetischen Entwicklung hätten schwinden können, nur Mo-

1) Zur Entwicklungsgeschichte der Ascidien, Wien, 1882.

difikationen untergeordneter Art, in ihren wesentlichen Teilen aber Übereinstimmung darbieten müßten.

Es wird vielleicht mancher, der die betreffenden Abschnitte in dem angeführten Buche (p. 415 u. fg., p. 433 u. fg.) gelesen hat, an eine Auffassung erinnert worden sein, die van Beneden früher vertreten hat, als er die gleiche Genese der männlichen und weiblichen Geschlechtsprodukte aus diesem oder jenem Keimblatt durch das ganze Tierreich hindurch behauptete.

Wenn man aber selbst mit jenen Autoren annimmt, daß die Geschlechtsprodukte der Vorfahrenform der Tunikaten in ähnlicher Weise wie gegenwärtig bei manchen Anneliden in einer echten enterocölen Leibeshöhle gebildet wurden, so scheint mir daraus doch durchaus nicht die Notwendigkeit zu folgen, in den Höhlungen des jetzigen Geschlechtsapparates jene wiederzufinden. Gerade die ontogenetische Entwickelung zeigt ja, wie van Beneden und Julin selbst annehmen und nachgewiesen haben, daß im Embryo zwar eine Höhlung auftritt, die mit einer enterocölen Leibeshöhle zu identifizieren ist, daß diese aber bei der Auflösung ihrer Wandungen verloren geht und daß ganz unabhängig von ihr erst viel später und bei den Knospen bildenden Ascidien überhaupt gar nicht mehr in dem aus dem Embryo stammenden Tiere, sondern nur in der Knospengeneration aus den Mesenchymzellen die Geschlechtsorgane entstehen. Der in diesen auftretende Hohlraum erscheint somit als eine Neubildung, welche unter jener Voraussetzung entstanden ist, nachdem die Entleerung der Geschlechtszellen in die sekundäre Leibeshöhle infolge ihrer Rückbildung unmöglich geworden war.

Wie schon Kowalevsky hervorhebt, ist es auffallend, daß die ersten Ascidiozooide des Viererstockes und auch die aller noch kleinen Stöcke sich von sonst gleichentwickelten Individuen alter Kolonien dadurch unterscheiden, daß die Geschlechtsorgane und speziell die Eier noch nicht deutlich aufgetreten sind. Eine Vergleichung der Fig. 28 mit Fig. 1 u. 2 bestätigt das. In Fig. 28 besteht der Zwitterapparat aus einigen noch ganz indifferenten Zellen; in Individuum III, Fig. 1 sind Hoden und Ovarium bereits gesondert, das Ei vom Follikel umgeben.

Wenn die jungen Knospen als buckelförmige Erhebungen an den vier Ascidiozooiden zu erkennen sind, besteht noch immer die Verbindung der Individuen zwischen ihren primären Leibeshöhlen. In Fig. 93, Taf. XXXVI, ist ein Längsschnitt, in Fig. 94 ein Querschnitt durch die Knospenanlage abgebildet. Aus ersterem

ersieht man, daß die oben erwähnte mesodermale Zellgruppe, der Keimstrang, an die Spitze des Entodermfortsatzes gerückt ist und bereits auf die neurale Seite der Stoloanlage hinübergegriffen hat. Auf dem Querschnitt, der etwas schräg ausgefallen ist, findet man links zwischen Endostylfortsatz und Eläoblast die Peribranchialröhre, rechts deren hinterstes Ende in die Zellenmasse des Keimstranges übergehend.

Auf einem solchen Stadium verläßt die junge Kolonie das Muttertier durch die Kloake und sinkt in tiefere Wasserschichten, um erst später wieder, wenn sich inzwischen durch Knospung ihre Individuen vermehrt haben, emporzusteigen.

Eine junge Kolonie von vier Individuen, deren jedes aber bereits einen Stolo prolifer entwickelt hat, findet man in Fig. 27, Taf. XXXII, abgebildet. Der Stolo zeigt sich bei näherer Untersuchung ganz ähnlich dem in Fig. 20 abgebildeten, mit dem Unterschiede, daß die Eizellen weder in der proximalen noch distalen Knospe so groß und deutlich sind wie in diesem. Auch der Geschlechtsapparat, der in dem zu Fig. 20 gehörenden Individuum entwickelter ist als in Fig. 15, erweist sich in den vier ersten Ascidiozooiden selbst dieses Stadiums noch als ein indifferenter Zellhaufen.

Auf ihrer Rückenseite haben die Ascidiozooide ein jedes zwei röhrenförmige Ausstülpungen gebildet, welche als Blutbahnen den gemeinsamen äußeren Cellulosemantel der jungen Kolonie durchziehen und an der gemeinsamen Kloake des Stockes mit ampullenförmig angeschwollenen Enden blind endigen (Fig. 33, Taf. XXXIII). Die Hauptachse der Kolonie, die durch die Mitte der gemeinsamen Kloake bestimmt wird, besitzt auf diesem Stadium eine Länge von 3 Millimeter.

In etwas älteren Stöcken, bei einer Länge der Hauptachse von $3^3/_4$ Millim., fand ich die Individuen in zwei Kreisen angeordnet. An dem zugespitzten, geschlossenen Ende lagen vier große Individuen, deren jedes einen der Spitze zugekehrten Stolo besaß, der sich eben anschickte, in vier Knospen zu zerfallen, während die gemeinsame Kloakenöffnung von acht nahezu ganz gleich ausgebildeten kleineren Tieren umstellt wurde. An diesen Individuen erkennt man die Stoloanlage als zapfenartig vorspringendes Gebilde und an einigen bereits die Einschnürung, welche den Zerfall des Stolo in zwei Knospen einleitet. Ein jedes der vier großen Individuen besitzt die oben erwähnten zwei Blutbahnen, die als lange Röhren bis zum entgegengesetzten offenen Ende des Stockes führen, woraus hervor-

geht, daß es die vier ersten Ascidiozooide des Stockes sind, welche ihre Lage bewahrt haben, während die zuerst von ihnen aus sich auf ihrer Bauchseite bildenden nach rückwärts hin gegen die gemeinsame Kloakenöffnung zu gewandert sind, um sich zu jenem unteren Ring anzuordnen. Die acht Blutbahnen des Mantels oder Mantelgefäße sieht man jetzt auch bereits ihrer ganzen Länge nach von Muskelfibrillen durchzogen, welche wandständig angeordnet sind. Über ihre Entstehung habe ich keine Beobachtungen angestellt.

Danach muß ich also annehmen, daß die vier Individuen, welche sich an der Spitze ganz alter Stöcke von Pyrosoma atlanticum finden, ebenfalls mit den vier ältesten Individuen, welche sich am Cyathozooid gebildet haben, identisch sind. JOLIET[1]) hatte daraus, daß die Knospen an der Bauchseite der Ascidiozooide entstehen, geschlossen, daß dem nicht so sein könne. Es ist aber eine solche Schlußweise keineswegs zwingend, weil ja später leicht eine Lageveränderung der Knospen eintreten könnte und in der That auch stattfindet, wenigstens bestimmt auf den vorhin beschriebenen ersten Stadien.

Was nun schließlich die Weiterbildung der Stoloanlage der vier ersten Ascidiozooide anbelangt, die wir vorhin im Begriffe fanden, in zwei Knospen zu zerfallen, so erfolgt dieselbe in gleicher Weise wie in älteren Stöcken, mit dem einzigen vorhin bereits betonten Unterschiede, daß die Geschlechtsorgane viel weniger entwickelt sind. Es bilden sich also ganz ähnliche Ketten wie die in Fig. 1 u. 2 abgebildeten. In Fig. 98 u. 99, Taf. XXXVI, sind zwei Querschnitte durch die proximale Knospe einer Kette von 5 Individuen gezeichnet. Man sieht, daß der Stolo sich aus genau den gleichen Teilen zusammensetzt, die wir früher bereits kennen gelernt haben, daß aber im Geschlechtsstrang neben den indifferenten Zellen noch keine wohlausgebildete Eizelle sich vorfindet, wohl aber einige, welche sich von jenen unterscheiden und vermutlich später zu weiblichen Geschlechtszellen in den Knospen ausbilden werden.

1) JOLIET, l. c. p. 92 u. fg.

Tafelerklärung.

Sämtliche Figuren sind mit der Camera entworfen worden. Die Distanz des Spiegels vom Zeichentische betrug 20 Centimeter. Die Vergröfserungen, bei welchen gezeichnet wurde, finden sich in der Erklärung für jede Abbildung angegeben. Die vier ersten Tafeln sind nach Totalpräparaten gezeichnet, die vier folgenden stellen Abbildungen von Querschnitten dar. In den Tafeln XXXIV bis XXXVI sind die Organe und Gewebe, welche aus den drei verschiedenen Keimblättern der Stoloanlage hervorgehen, mit verschiedenen Farbentönen gedeckt, und zwar das Ektoderm violett, rot das Mesoderm, blau das Entoderm.

Allgemeine Buchstabenbezeichnung.

a Ausstülpung des Ektoderms, welche zum Hautepithel der Knospen wird. *b* Die beiden Peribranchialröhren (= Seitenstränge des Salpenstolo). *bb* Blutbahnen, Lückenräume der primären Leibeshöhle. *c* Geschlechtsstrang (= Eierstockstrang der Salpen.) *cm* Äufserer Cellulosemantel. *d* Entodermausstülpung des Kiemendarmes des Muttertieres (Endostylfortsatz), Entodermrohr der Knospen, entodermaler Verbindungsgang zwischen den einzelnen Ascidiozooiden derselben Kette. *dm* Dorsale Mesenchymzellengruppe (Ehlers' länglicher Zellhaufen). *di* Darmumspinnende Drüse. *e* Egestionsöffnung. *eb* Eläoblast. *ec* Ektodermales Hautepithel, Matrix des Cellulosemantels. *ed* Enddarm. *el* Eileiter. *en* Entoderm. *es* Endostyl. *f* Follikel des Eies. *fb* Flimmerbogen. *fd* Flimmerband auf der hinteren Wand des Kiemendarmes. *fg* Flimmergrube. *fr* Fibrillen der Muskeln. *g* Ganglion. *gz* Zellen der vier ersten Ascidiozooide, aus welchen ihr Zwitterapparat entsteht. *h* Hoden. *hd* Sogenannte Hypophysisdrüse. *hz* Primäre Herzblase. hz_1 Herz. *i* Ingestionsöffnung. *kd* Kiemendarm. *kl* Kloake des Einzeltieres. kl_1 Gemeinsame Kloake des ganzen Stockes. *ks* Kiemenspalte. *lf* Längsfalten des Kiemendarmes. *lh* Primäre Leibeshöhle, Stolohöhle. *lm* Laterale Mesenchymzellengruppe (Ehlers' linsenförmiger Körnerhaufen). *m* Magen. *mb* Muskelbänder an der Kloakenwand (Huxley's Atrialmuskel). *md* Mitteldarm. *mg* Mantelgefäfs. *mi* Muskel an der Ingestionsöffnung. *ms* Mesodermale Zellgruppe, welche in die Stolohöhle übergeht (Huxley's generative Blastema), Keimstrang oder Keimmasse. ms_1 Mesodermale Zellgruppe, aus welcher der Geschlechtsapparat des Muttertieres und das gesamte Mesoderm ihrer Knospen (*ms*) hervorgehen. *mz* Mesenchymzellen, Blutzellen und Bindegewebszellen. mz_1 Zellstrang von Mesenchymzellen zu den beiden Seiten des Endostylfortsatzes. *n* Nucleus der Eizelle (Keimbläschen). *nr* Primäres Nervenrohr und Nervenblase. *nv* Nerven, die beiden seitlichen von der Nervenblase aus-

gehenden Nervenröhren. nv_1 Die hämale Kommissur zwischen den beiden seitlichen Nervenröhren. *o* Ei. *oc* Auge, Pigment im Ganglion. *oe* Oesophagus. *pb* Peribranchialräume resp. deren Wandungen; die beiden seitlichen Teile nach Verschmelzung der beiden Peribranchialröhren. *pk* Perikardium. *rz* Rückenzapfen. *sl* Samenleiter. *sm* Schleimmassen, die von den Schleimzellen des Endostyls ausgeschieden wurden. *st* Stolo. *t* Tentakel.

Taf. XXX.

Fig. 1. Eine Kette von drei Individuen (I, II, III), von links gesehen. Ein Teil des Endostyls des Muttertieres ist mitgezeichnet, um den Zusammenhang desselben mit der Kette zu zeigen. Alkoh. absol., Boraxkarmin. Vergr. Zeifs B, II.

Fig. 2. Kette von vier Individuen. Im ältesten (IV) beginnt bereits wie auch in der vorhergehenden Abbildung die Knospung; das Mesoderm (*ms*) für die kommende Generation ist zur Sonderung gelangt. Alkoh. abs., Boraxkar., Zeifs A, II.

Fig. 3. Die Knospungsregion des Individuums III einer Kette, die der in Fig. 1 abgebildeten gleicht, bei stärkerer Vergröfserung. Alkoh. abs., Boraxkarmin, Zeifs C, II.

Fig. 4. Die Knospungsregion eines fast gleich alten Individuums. Chrom-Osmiums., Boraxkar., B, II.

Fig. 5. Ältestes (V.) Individuum einer Kette von 5 Tieren. Alkoh. abs., Boraxkar., Zeifs A, II, fast um die Hälfte verkleinert.

Fig. 6. Die Knospungsregion desselben Tieres stärker vergröfsert. C, II.

Fig. 7. Wiederbeginn der Knospung an einem ganz alten Tier, das auf einem früheren Stadium bereits einen Stolo prolifer entwickelt hatte. Osmiums., Boraxkar., D, II.

Fig. 8. Junger Stolo von der linken Seite gesehen, etwas weiter entwickelt als der in Fig. 6 abgebildete. Alkoh. absol., Boraxkarmin, C, II.

Tafel XXXI.

Die Vergröfserung beträgt, wo nicht ausdrücklich das Gegenteil angegeben ist, $\frac{145}{1}$ (Zeifs Obj. C, Oc. II). Konserviert wurden die Tiere in Alkoh. absol., gefärbt in Boraxkarmin.

Fig. 9. Junger Stolo, etwas älter als der vorhergehende, in gleicher Orientierung gezeichnet.

Fig. 10. Stolo und Geschlechtsapparat einer bereits ganz entwickelten jungen Pyrosoma. Die Entwicklung der Knospe ist etwas weiter vorgeschritten als in der vorhergehenden Abbildung. Hoden und Samenleiter, Ei und Eileiter sind im Muttertiere bereits gesondert.

Fig. 11. Ein etwas weiter entwickelter Stolo. Osmiums., Zeifs D, I.

Fig. 12. Das folgende Stadium, von rechts gesehen.

Fig. 13. Ein junger Stolo prolifer, der sich in zwei Knospen (I und II) zu teilen beginnt, von rechts gesehen.

Fig. 14. Ein fast gleich altes Stadium von der linken Seite.

Fig. 15. Geschlechtsapparat und Stolo prolifer einer ausgebildeten Pyrosoma. Die Teilung des Stolo ist weiter vorgeschritten als in der vorhergehenden Abbildung, der Geschlechtsapparat weiter entwickelt als in Fig. 10.

Fig. 16. Ein weiteres Stadium von der linken Seite; Entwicklung der beiden seitlichen Nervenröhren mit hämaler Kommissur, vom primären Nervenrohr aus. Chroms., Karminessigs.

Fig. 17. Ein folgendes Stadium von rechts gesehen. Knospe II bedeutend weiter entwickelt als in der vorhergehenden Figur. Chroms., Karminessigsäure.

Fig. 18. Ein gleiches Stadium von der Seite des Keimstranges aus gesehen. Chroms., Boraxkarmin.

Fig. 19. Ein Stadium von zwei Knospen; die ältere beträchtlich weiter entwickelt als in Fig. 17.

Tafel XXXII.

Wo nicht ausdrücklich ein anderes angegeben ist, wurde in Alkoh. absol. konserviert, mit Boraxkarmin gefärbt und bei 145facher Vergröfserung (Zeifs Obj. C, Ocul. II) gezeichnet.

Fig. 20. Eine etwas weiter entwickelte Kette von zwei Knospen als die in der vorhergehenden Figur abgebildete.

Fig. 21. Eine Kette von drei Individuen; von dem ältesten ist nur der dorsale Teil eingezeichnet.

Fig. 22. Die Region des Mittelindividuums eines dreiknospigen Stadiums, in welcher später der Stolo prolifer zur Ausbildung gelangt. Chrom-Osmiums., Boraxkarmin, Zeifs, D, II.

Fig. 23. Ein Stück des Enddarmes mit darmumspinnender Drüse, nach dem lebenden Objekte gezeichnet.

Fig. 24. Die Knospungsregion eines etwas jüngeren Individuums als das in Fig. 1, Indiv. III, abgebildete. Der Keimstrang für den späteren Stolo erscheint durch einen in Auflösung begriffenen Zellstrang mit dem Geschlechtsapparate des Muttertieres verbunden.

Fig. 25. Dieselbe Region eines fast gleich alten Individuums. Abnormerweise liegt ventral vom Endostyl eine Mesodermzelle, die der Eizelle ganz gleicht. Auch im primären Nervenrohr der proximalen Knospe derselben Kette finden sich einige Eizellen. Chrom-Osmiums., Boraxkarmin, B, II.

Fig. 26. Junger Stolo prolifer; bemerkenswerte Mifsbildung mit Eizelle im Nervenstrang. Chrom-Osmiums., Karminessigs.

Fig. 27. Eine junge Kolonie aus den vier ersten Ascidiozooiden zusammengesetzt, deren jedes einen Stolo prolifer zu treiben beginnt, von der Endostylseite aus gesehen. Am 13. Januar 1887 aufserhalb Capri in einer Tiefe von 300 Meter gefangen. Sublimat, Bealkarmin. A mit abgeschraubter Frontlinse Ocul. II, um die Hälfte verkleinert.

Tafel XXXIII.

Inwiefern nicht das Gegenteil bemerkt ist, wurde in Chromsäure ($^1/_2$ $^0/_0$) konserviert, in Boraxkarmin gefärbt und bei 145facher Vergröfserung (C, II) gezeichnet.

Fig. 28. Das äufserste, distale der vier ersten Ascidiozooide eines Entwicklungsstadiums, das etwas älter ist als das von Kowalevsky in seiner Fig. 50 (Arch. f. mikr. Anat. XI, Taf. XL) abgebildete. Die junge Kolonie, in welcher das Cyathozooid noch nicht völlig rückgebildet war, wurde aus dem Kloakenraum eines alten Tieres herauspräpariert. Vergr. B, II.

Fig. 29. Die Knospungsregion des äufsersten Ascidiozooids auf einem jüngeren Stadium, das nur wenig weiter entwickelt ist als das von Kowalevsky in Fig. 47 abgebildete.

Fig. 30. Optischer Durchschnitt der Verbindung zwischen dem vorletzten und äufsersten Ascidiozooide derselben Kolonie.

Fig. 31. Die Ganglionregion des zweiten Ascidiozooids und dessen Verbindung mit dem proximalen. Die Ascidiozooide sind entwickelter als die auf den vorhergehenden Figuren abgebildeten und entsprechen ungefähr den von Kowalevsky in Fig. 54 gezeichneten.

Fig. 32. Die Knospungsregion desselben Tieres und dessen Zusammenhang mit dem dritten Ascidiozooide.

Fig. 33. Die gemeinsame Kloakenöffnung derselben Kolonie, welche in Fig. 27 abgebildet ist, mit den 8 Blutbahnen. Zeifs A, abgeschraubte Frontlinse Oc. II, um die Hälfte verkleinert.

Tafel XXXIV.

Fig. 34—36. Drei aufeinanderfolgende Querschnitte durch den Entodermfortsatz des ältesten Individuums eines Stadiums von vier Knospen (Indiv. IV, Fig. 2 entsprechend). Fig. 34 nahe dem äufsersten Ende gelegen. Sublimat-Osmiums., Alaunkarmin. Vergr. $\frac{255}{1}$, Zeifs E, II.

Fig. 37. Querschnitt durch den Entodermfortsatz der distalen Knospe eines Stolo von zwei Individuen. Alkoh. absol., Alaunkar. $\frac{320}{1}$, D, II.

Fig. 38—40. Querschnitte durch eine junge Pyrosoma auf einem Stadium, das zwischen den in Fig. 2, Indiv. IV, u. Fig. 5 abgebildeten die Mitte hält. Alkoh. abs., Pikrokarmin, E, II.

Fig. 38. Querschnitt durch das äufserste Ende des Endostylfortsatzes und die mesodermale Zellgruppe, welche in den Stolo übergeht.

Fig. 39. Querschnitt durch die Eizelle innerhalb des Mesodermzellhaufens, drei Schnitte weiter distalwärts.

Fig. 40. Querschnitt durch den jungen Geschlechtsapparat desselben Tieres.

Fig. 41—42. Querschnitte durch ein etwas weiter entwickeltes Stadium. Alkoh., abs., Pikrokarmin, E, II.

Fig. 41. Querschnitt durch die mesodermale Zellgruppe und den Endostylfortsatz, zu dessen Seiten die beiden Peribranchialräume bereits gebildet sind.

Fig. 42. Schnitt durch den Zwitterapparat desselben Tieres.

Fig. 43—45. Querschnitte durch ein junges Tier mit Knospenanlage, das dem in Fig. 5 abgebildeten nahezu gleicht. Alkoh. abs. Pikrokar., E, II.

Fig. 43. Querschnitt durch den Entodermfortsatz dicht hinter dem Ende des Endostyls und durch die Mesodermgruppe.

Fig. 44. Schnitt durch dieselbe Region, drei Schnitte weiter distal zu, nahe dem äufsersten Ende des Endostylfortsatzes.

Fig. 45. Schnitt durch den Geschlechtsapparat desselben Tieres.

Fig. 46. Längsschnitt durch eine gleich alte Stoloanlage. Alkoh. abs., Alaunkar., Vergr. D, II.

Fig. 47. Längsschnitt durch die zweite Stoloanlage eines ganz alten Tieres. Die beiden Schnitte A u. B liegen drei Schnitte auseinander. Osmiums., Alaunkar., E, II.

Fig. 48. Längsschnitt durch einen jungen Stolo im Alter des in Fig. 11, Taf. II, abgebildeten. Osmiums., Alaunkar., E, II.

Fig. 49. Querschnitt durch einen jungen Stolo (entsprechend dem in Fig. 12, Taf. XXXI, gezeichneten) nahe dem proximalen Ende. Chroms., Karminessigs., D, II.

Fig. 50. Querschnitt durch dieselbe Knospe, vier Schnitte weiter distalwärts. D, II.

Fig. 51. Querschnitt durch einen jungen Stolo an einem ganz alten Tiere; entsprechend einem Stadium, dessen Längsschnitt in Fig. 48 abgebildet ist. Osmiums., Alaunkar. Vergr. $\frac{540}{1}$, F, II.

Fig. 52. Querschnitt durch einen jungen Stolo (ungefähr Fig. 11, Taf. II, entsprechend). Osmiums., Alaunkar., E, II.

Fig. 53. Querschnitt durch denselben Stolo, zwei Schnitte weiter zur Wurzel zu.

Fig. 54. Querschnitt durch einen Stolo, der in zwei Knospen zu zerfallen beginnt (etwas jünger als Fig. 13). Der Schnitt wurde durch das proximale Ende der distalen Knospe geführt. Alkoh., Pikrokar., D, II.

Fig. 55. Vier Schnitte weiter distalwärts als der vorhergehende.

Tafel XXXV.

Wenn nicht besonders das Gegenteil angegeben ist, so wurde in Alkoh. absol. konserviert, in Pikrokarmin gefärbt und bei 230facher Vergröfserung, Zeifs D, II, gezeichnet.

Fig. 56. Querschnitt durch einen etwas weiter entwickelten Stolo, in welchem sich jederseits die erste Kiemenspalte (ks_1) zu bilden beginnt.

Fig. 57. Querschnitt durch ein weiteres Stadium, etwa dem in Fig. 15 abgebildeten entsprechend.

Fig. 58. Schnitt aus derselben Serie; sechs Schnitte weiter distalwärts.

Fig. 59—65. Schnitte aus einer Serie durch die distale Knospe eines Stadiums, das ein wenig weiter entwickelt ist als das in Fig. 17 abgebildete.

Fig. 59. Querschnitt durch den proximalen, hämalen Teil des Entodermrohres, von welchem aus der Verdauungstraktus entsteht.

Fig. 60. Drei Schnitte weiter distalwärts durch dieselbe Region.

Fig. 61. Drei weitere Schnitte distal zu.

Fig. 62. Zwei weitere Schnitte distalwärts; nur die rechte Seite ist gezeichnet, auf der das Herz zwischen Darm und Peribranchialraum auftritt.

Fig. 63. Der folgende Schnitt.

Fig. 64. Sechs Schnitte weiter distalwärts.

Fig. 65. Drei weitere Schnitte nach dem distalen Ende zu.

Fig. 66, 67. Laterale Längsschnitte (parallel zum Endostyl) durch ein gleiches Stadium wie die vorhergehenden Abbildungen. Boraxkarmin.

Fig. 66. Schnitt durch die Neuralblase des Nervensystems der distalen Knospe.

Fig. 67. Sieben Schnitte weiter hämal zu; die proximale Knospe und ihr Zusammenhang mit der distalen ist ebenfalls getroffen.

Fig. 68. Querschnitt durch das primäre Nervenrohr an der Stelle, an welcher sich die beiden seitlichen Nervenröhren bilden. Das Stadium entspricht ungefähr dem in Fig. 13 abgebildeten. Chroms., Alaunkarmin, E, II.

Fig. 69—71. Querschnitte durch das ältere Individuum eines Stadiums von zwei Knospen, das ungefähr dem in Fig. 19 gezeichneten entspricht.

Fig. 69. Querschnitt durch die Herzanlage.

Fig. 70. Achtzehn Schnitte weiter proximal zu; durch die Region der Kloake geführt.

Fig. 71. Der zwölfte Schnitt in proximaler Richtung von Fig. 69 aus; ungefähr die Mitte des Tieres ist getroffen. Jederseits sind nur zwei Kiemenspalten zu sehen, denn die übrigen fallen aufserhalb dieser Schnittebene.

Fig. 72. Die Region des Verdauungstraktus und der Kloake eines Individuums, das dem ältesten der in Fig. 2 abgebildeten Kette nahezu gleicht; aus einem Längsschnitt, der parallel zum Endostyl geführt wurde. Chroms., Alaunkarmin, C, II.

Fig. 73. Schnitt aus derselben Serie etwas weiter nach dem Rücken zu geführt, wohin der Enddarm nicht mehr reicht. Die beiden Peribranchialräume median zum Kloakenraum verschmolzen. Dieselbe Vergröfserung.

Fig. 74. Enddarm mit darmumspinnender Drüse aus dem Fig. 72 folgenden Schnitt derselben Serie, E, II.

Tafel XXXVI.

Fig. 75, 76. Querschnitte durch ein Stadium, das nahezu dem in Fig. 14 abgebildeten entspricht. Alkoh. absol., Alaunkarmin, E, II.

Fig. 75. Das vorderste Ende der Herzanlage und das distale der Peribranchialröhre sind getroffen.

Fig. 76. Drei Schnitte distalwärts.

Fig. 77. Aus einem Querschnitt durch die zweite Knospe einer Kette von vier Individuen. Das Herz stellt ein dickwandiges Rohr mit feinem, spaltförmigem Lumen dar; die Kerne färben sich stärker als die der benachbarten Peribranchialröhre. Alk. abs., Alaunkarmin, D, II.

Fig. 78. Querschnitt durch die Herzregion aus einer etwas weiter entwickelten Knospe. Alkoh. absol., Boraxkarmin, D, II.

Fig. 79. Querschnitt durch das dritte Individuum einer Kette von fünf Knospen. Sublimat-Osmiums., Alaunkar., D, II.

Fig. 80. Schnitt durch ein fast gleich altes Individuum einer ähnlichen Kette aus demselben Stock. Gleiche Behandlung wie das vorhergehende Präparat.

Fig. 81. Aus einem parallel zum Endostyl geführten Längsschnitt durch eine junge Pyrosoma (etwas älter als Indiv. IV in Fig. 2). Endostylfortsatz und Herz sind durchschnitten. Alkoh. absol., Pikrokarmin, D, II.

Fig. 82. Schnitt durch die Region des Herzens eines etwas älteren Individuums als das in Fig. 20 abgebildete. Die Schnittrichtung ist nahezu parallel zum Endostyl. Chroms., Alaunkar., D, II.

Fig. 83. Querschnitt durch das Herz eines der vier ersten Ascidiozooide des Stockes (ungefähr Fig. 27 entsprechend). Osmiums., Alaunkarmin, D, II. (Zeichnung zu den vorhergehenden spiegelbildlich verkehrt orientiert.

Fig. 84. Querschnitt durch das äufserste Ende des Endostylfortsatzes und den Geschlechtsstrang der distalen Knospe eines Stadiums, das ungefähr dem in Fig. 20 abgebildeten entspricht. Chroms., Karminessigsäure, D, II.

Fig. 85. Medianer Längsschnitt durch das distale Ende eines Stadiums von drei Knospen (Fig. 1). Der Geschlechtsstrang teilt sich in zwei Partien, in den Keimstrang und in den Zwitterapparat. Alkoh. absol., Alaunkar., D, II.

Fig. 86. Querschnitt durch den Geschlechtsstrang aus der nämlichen Serie, der die Figuren 66 u. 67 entnommen sind. D, II.

Fig. 87. Gruppe aus dem dorsalen Mesenchymzellhaufen. Chroms., Alaunkarmin, Immers. K, II.

Fig. 88. Schnitt durch die rechte hintere Partie des Kiemenkorbes eines Individuums, das älter ist als das in Fig. 20 abgebildete (Fig. 37 u. Fig. 100 sind derselben Serie entnommen worden). Chroms., Alaunkarmin, E, II.

Fig. 89—92. Längsschnitte durch das äufserste, distale Individuum einer jungen Kolonie, in welcher das Cyathozooid noch sehr umfangreich, die vier ersten Ascidiozooide ihm gegenüber klein erscheinen; etwas jünger als das von Kowalevsky in Fig. 47 abgebildete Stadium. Osmiums., Alaunkarmin, D, II.

Fig. 89. Schnitt durch die Anlage des Verdauungstraktus.

Fig. 90. Schnitt durch den Endostylfortsatz ein wenig rechts von der Medianebene.

Fig. 91. Schnitt durch den Endostylfortsatz in der Medianebene.

Fig. 92. Schnitt durch die in Bildung begriffene Ingestionsöffnung.

Fig. 93. Längsschnitt durch die Stoloanlage eines der vier ersten Ascidiozooide eines jungen Stockes, in welchem das Cyathozooid ganz rückgebildet ist und der das Muttertier eben verläfst. Chroms., Boraxkarmin, D, II.

Fig. 94. Querschnitt durch dieselbe Region des benachbarten Individuums desselben Stockes. D, II.

Fig. 95. Querschnitt durch den Endostylfortsatz des äufsersten Ascidiozooides eines Stockes, der zwischen den von KOWALEVSKY in Fig. 47 u. 50 abgebildeten in der Mitte steht. Chroms., Boraxkarmin, E, II.

Fig. 96. Querschnitt durch den Endostylfortsatz des zweiten Ascidiozooids derselben Kette.

Fig. 97. Vier Schnitte weiter distal zu; Übergang in das dritte Ascidiozooid. E, II.

Fig. 98. Querschnitt durch die proximale Knospe einer Kette von fünf Individuen an einem der vier ersten Ascidiozooide. Die ganze Kolonie mafs $4^1/_2$ Millimeter und war in einer Tiefe von 40 Metern gefischt worden. Sublimat-Osmiums., Alaunkar., E, II.

Fig. 99. Vier Schnitte weiter distalwärts aus derselben Serie.

Tafel XXXVII.

Fig. 100. Schnitt durch die Ingestionsöffnung eines etwas älteren Tieres als das in Fig. 20 abgebildete. Chroms., Alaunkarmin, D, II.

Fig. 101. Querschnitt durch den Muskel der Ingestionsöffnung eines ganz alten Tieres. Sublimat-Osmiums., Alaunkarmin, E, II.

Fig. 102. Längsschnitt durch denselben Muskel eines benachbarten Tieres desselben Stockes. E, II.

Fig. 103. Seitlicher Längsschnitt durch eine ausgebildete junge Knospe, etwa der ältesten in Fig. 1 entsprechend. Chrom-Osmiums., Alaunkarmin, A, II.

Fig. 104. Medianer Längsschnitt durch die Region der Ingestionsöffnung und Flimmergrube eines Individuums, das dem in Fig. 20 abgebildeten entspricht. Alkoh. absol., Alaunkarmin, D, II.

Fig. 105. Querschnitt durch die Anlage des Kloakenmuskels des dritten Individuums einer Kette von fünf Knospen. Sublimat-Osmiums., Alaunkarmin, F, II.

Fig. 106. Etwas schräg geführter Querschnitt durch denselben Muskel auf einem etwas entwickelteren Stadium. An der Peripherie des Zellstranges sind einige Fibrillen aufgetreten. Chroms., Alaunkarmin, F, II.

Fig. 107. Querschnitt durch den Kloakenmuskel eines ganz ausgebildeten Tieres. Alkoh. absol., Boraxkarmin, F, II.

Fig. 108. Längsschnitt durch die Flimmergrube eines ganz alten Tieres. Osmiums., Alaunkar., E, II.

Fig. 109. Schnitt durch die Einmündungsstelle des Enddarmes in die Kloake eines ganz ausgebildeten Tieres. Chroms., Alaunkarmin, E, II.

Fig. 110. Querschnitt durch den vorderen Teil der primären

Nervenblase mit in Bildung begriffenem Ganglion eines etwas jüngeren Individuums als III in Fig. 2. Sublimat-Osmiums., Alaunkarmin, E, II.

Fig. 111. Schnitt aus derselben Serie etwas weiter nach hinten zu geführt.

Fig. 112. Querschnitt durch Flimmergrube und Ganglion auf einem etwas vorgerückteren Stadium. Chroms., Alaunkarmin, D, II.

Fig. 113. Querschnitt durch Ganglion, Flimmergrube mit sog. Hypophysisdrüse eines ganz ausgebildeten Tieres. Alkoh. absol., Pikrokarmin, D, II.

Fig. 114. Querschnitt durch ein etwas jüngeres Individuum als das in Fig. 1, Ind. III, abgebildete. Der Schnitt ist durch den hintersten Teil des Kiemendarmes geführt. Chrom-Osmiums., Alaunkarmin, B, II.

Fig. 115. Schnitt durch die Kiemendarmwand eines ausgebildeten Tieres zwischen zwei Kiemenspalten geführt. Längsfalten des Kiemendarmes im Querschnitt getroffen. Alkoh. absol., Alaunkarmin, E, II.

Fig. 116. Querschnitt durch die Rückenregion desselben Individuums, dem die Abbildung 114 entnommen ist. Bildung der Rückenzapfen. D, II.

Fig. 117. Längsschnitt durch die Kiemendarmwand eines alten Tieres. Der Schnitt ist zwischen zwei Längsfalten geführt worden. Chrom-Osmiums., Karminessigs., E, II.

Fig. 118. Querschnitt durch den Flimmerbogen eines ausgebildeten Tieres. Alkoh. absol., Boraxkarmin, E, II.

Fig. 119. Die Blutbahn zwischen zwei benachbarten Kiemenspalten eines alten Tieres. Alkoh. absol., Boraxkarmin, E, II.

Fig. 120. Die Wand einer Kiemenspalte eines alten Tieres von der Blutbahn aus betrachtet. Alkoh. absol., Boraxkarmin, E, II.

Fig. 121. Der ausgebildete Flimmerbogen von der Fläche gesehen. Alkoh. absol., Boraxkarmin, E, II.

Fig. 122. Entodermzellen des Kiemendarmes in der Nähe der Ingestionsöffnung aus Schnitten durch das älteste Individuum eines Stadiums von vier Knospen (Ind. IV, Fig. 2 entsprechend). Sublimat-Osmiums., Alaunkarmin, E, II.

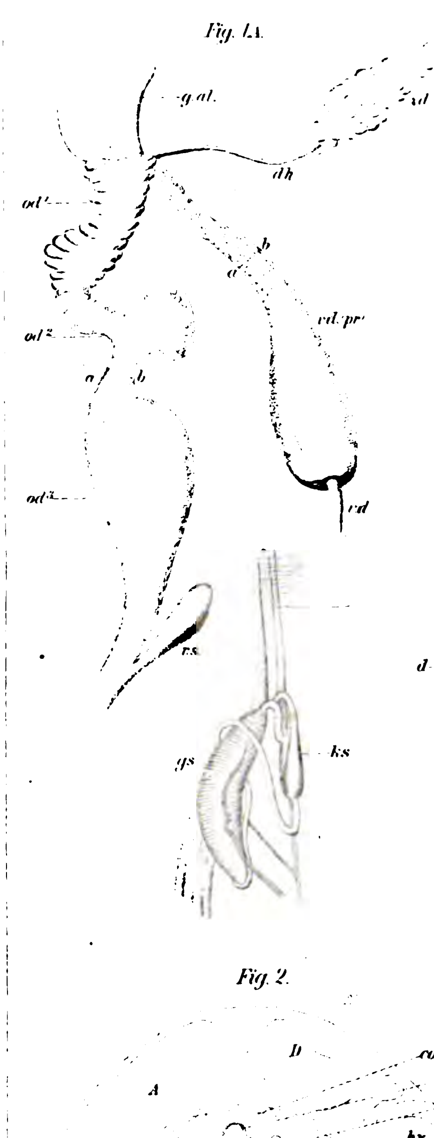
Fig. 123. Ektodermzellen desselben Tieres.

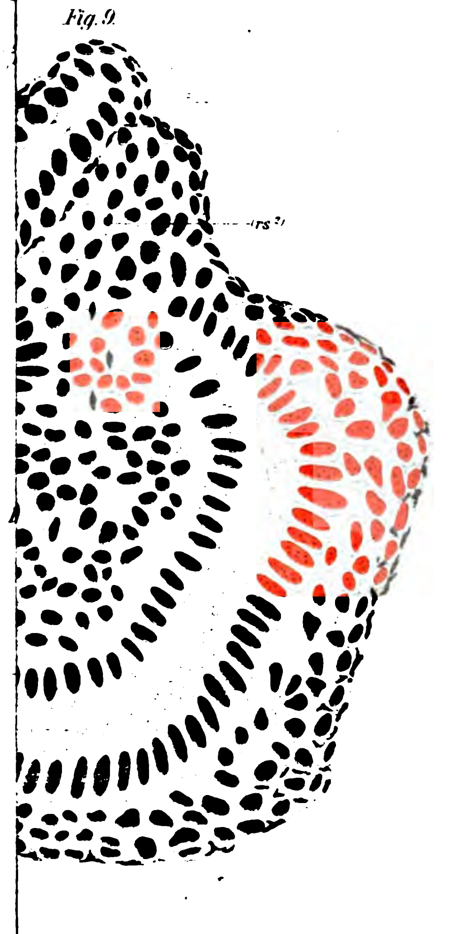
Fig. 124. Zellen aus der äufseren Wand des Peribranchialraumes desselben Tieres.

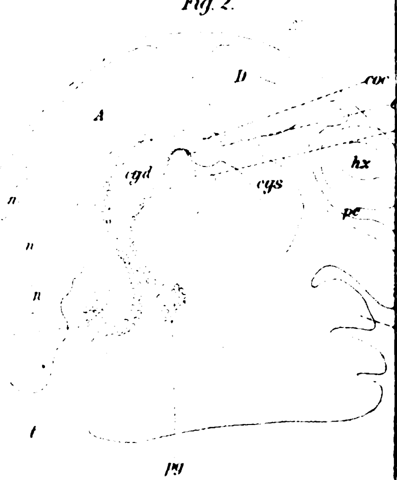
Fig. 125 A. Medianer Längsschnitt durch die Einmündung des Oesophagus in den Kiemendarm eines ganz ausgebildeten Tieres. Alkoh. absol., Boraxkarmin, B, II.

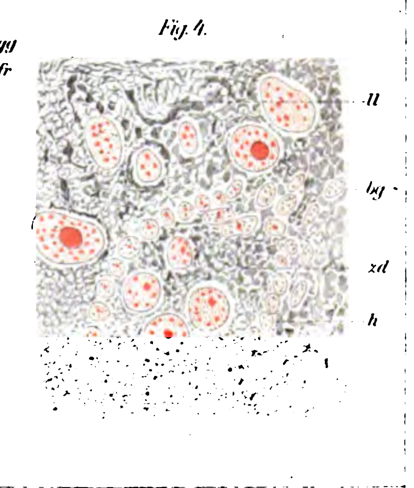
Fig. 125 B. Zellen aus dem Flimmerbande des Kiemendarmes aus demselben Schnitt bei stärkerer Vergröfserung gezeichnet. E, II.

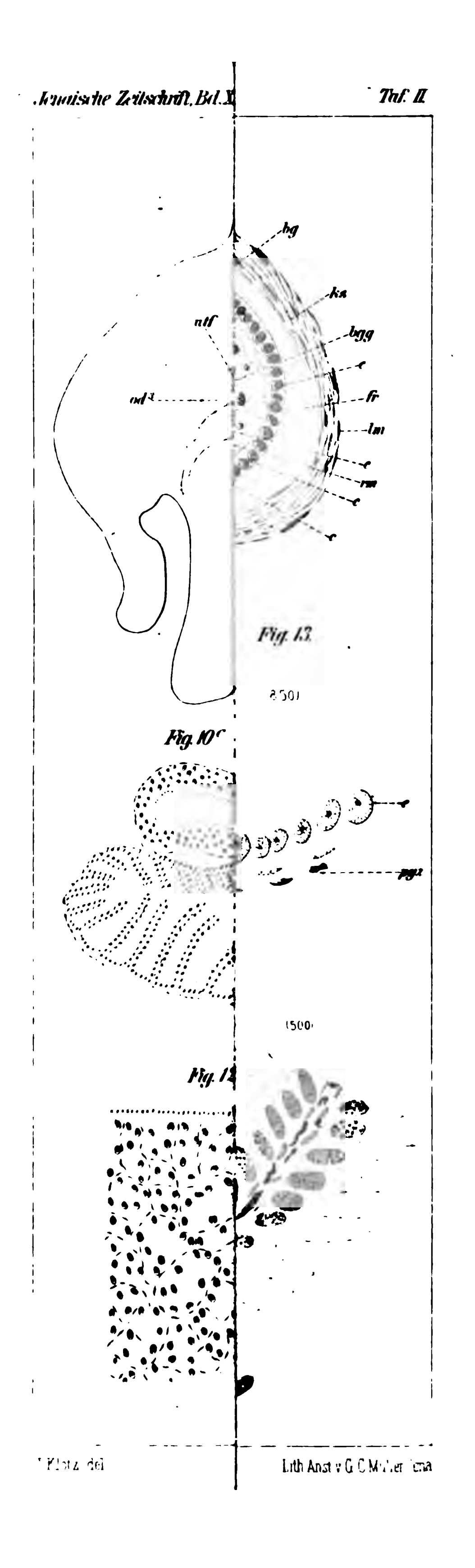
Frommannsche Buchdruckerei (Hermann Pohle) in Jena. — 580

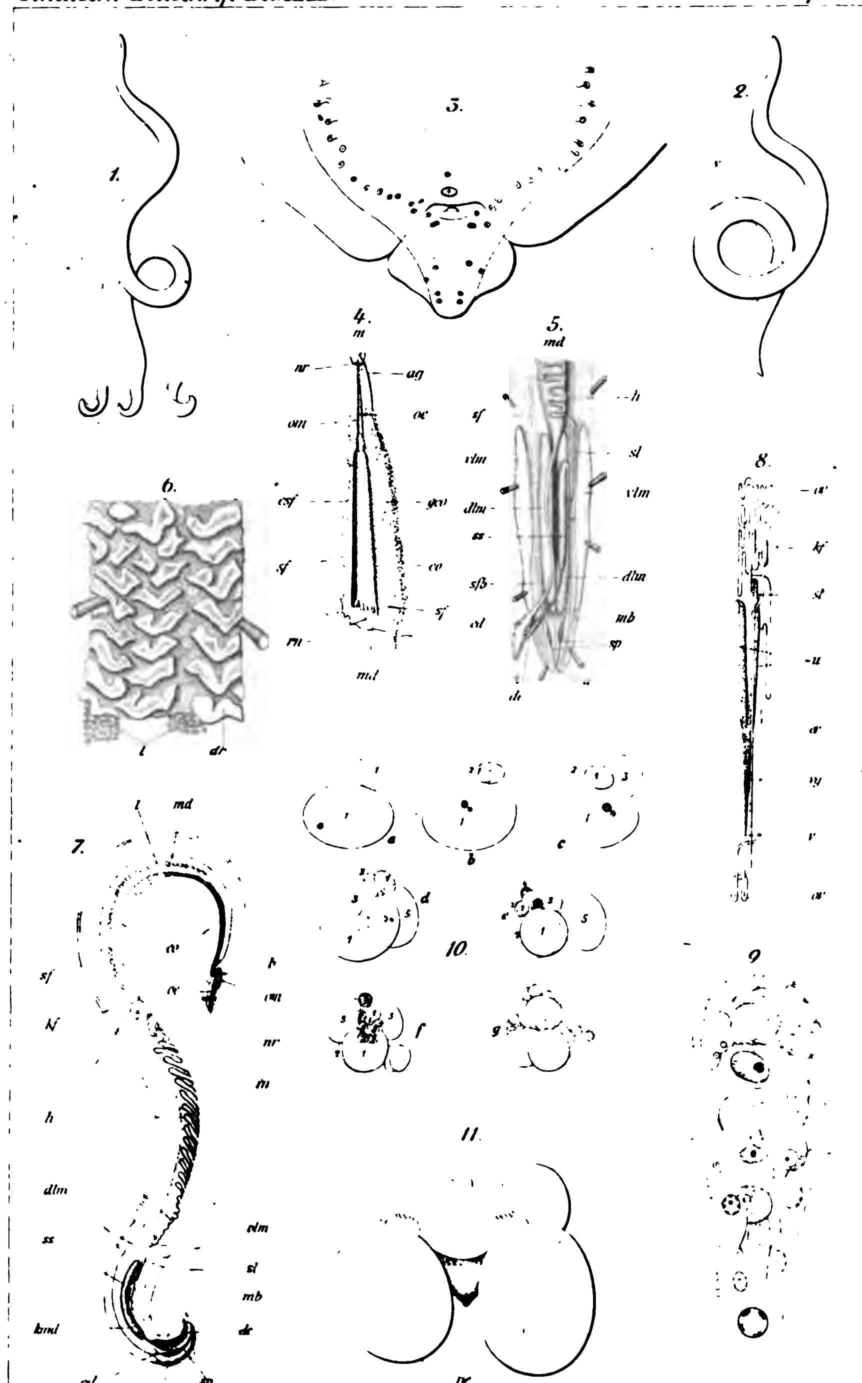

Fig. 1A.
g.al.
vd
dh
od¹
b
a
vd.pr
od²
a
b
od³
vd
rs
ks
gs

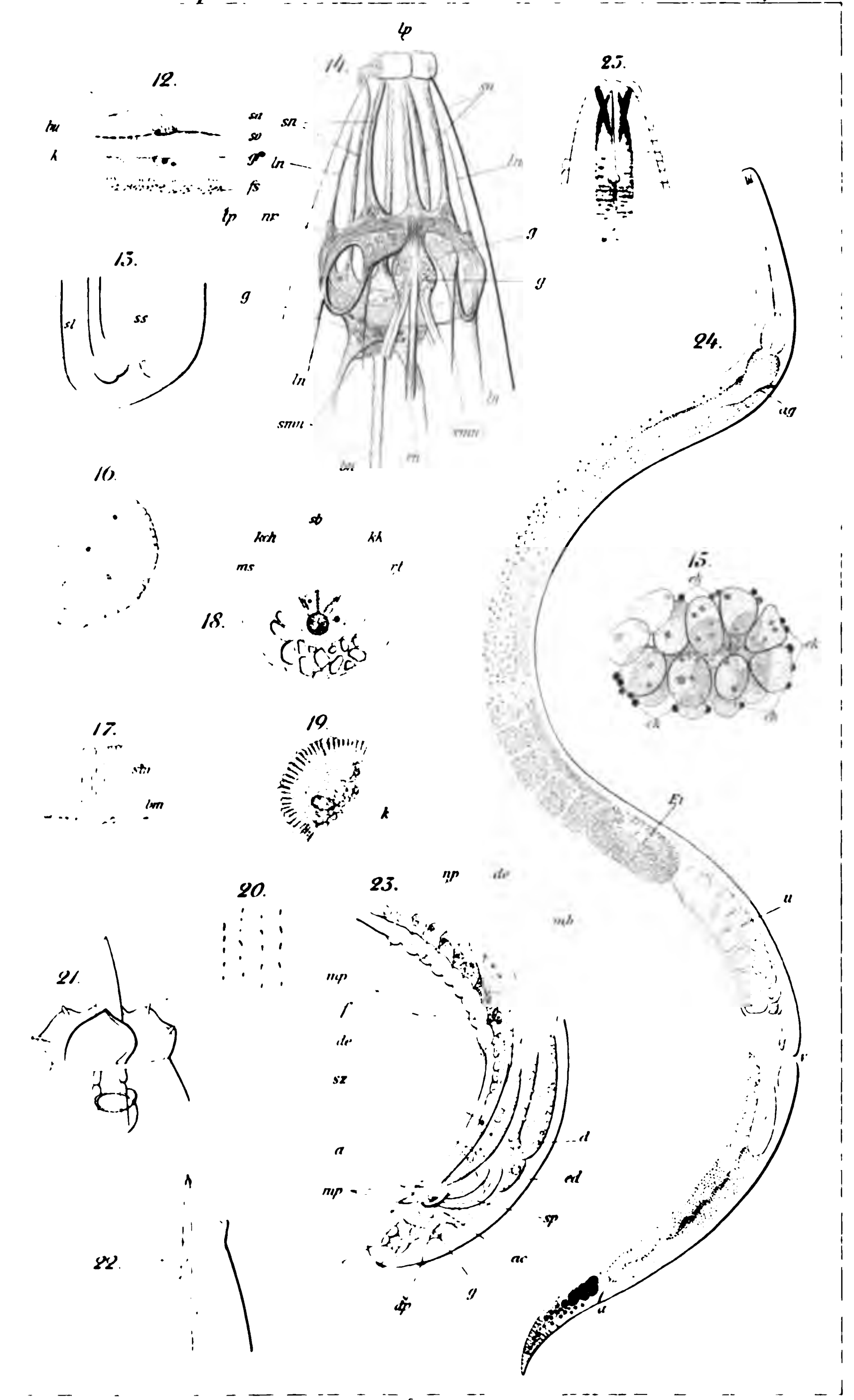

Fig. 9.
rs²¹
d

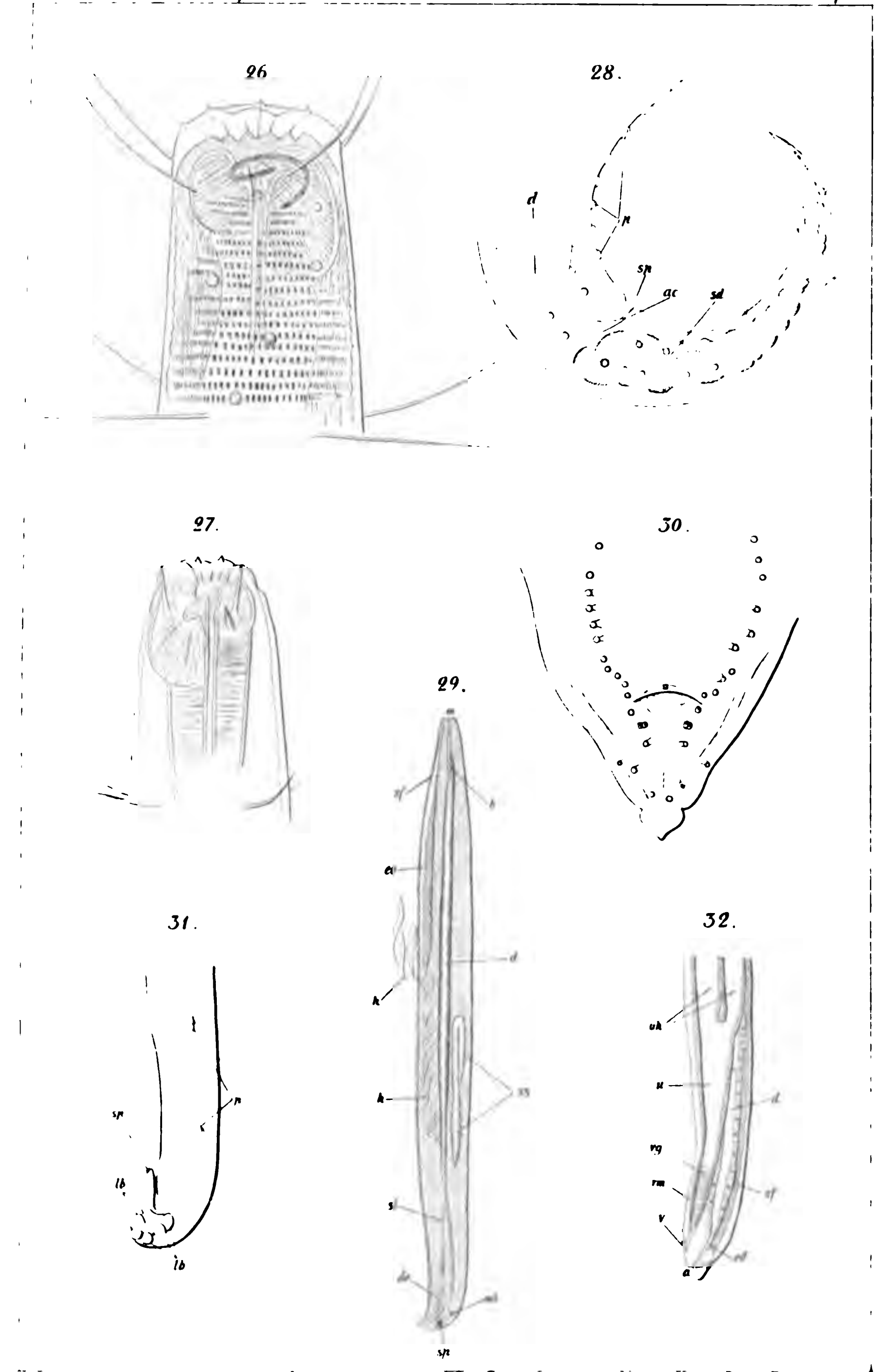

Fig. 2.
D
A
cor
cgd
cgs
hx
pe
n
n
n
eb
tn
t
pg

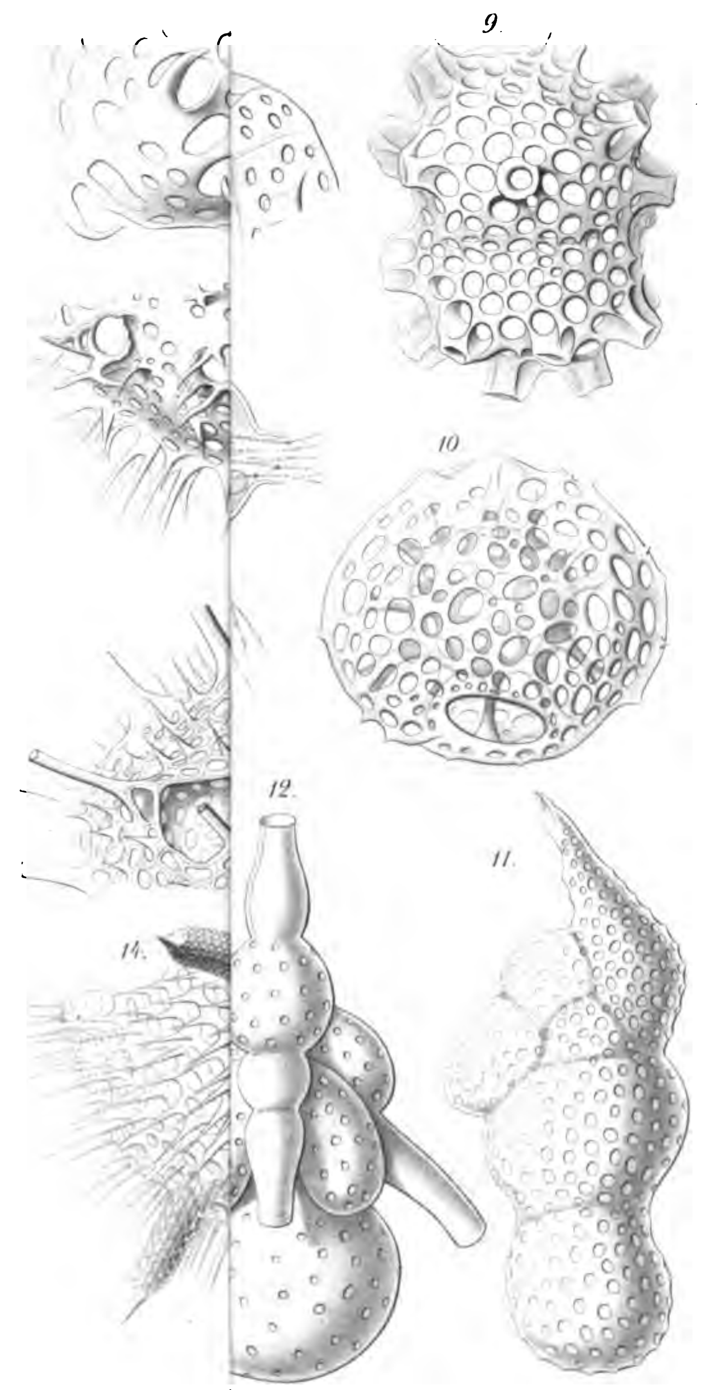

Fig. 4.
bgg
fr
ll
bg
zd
h

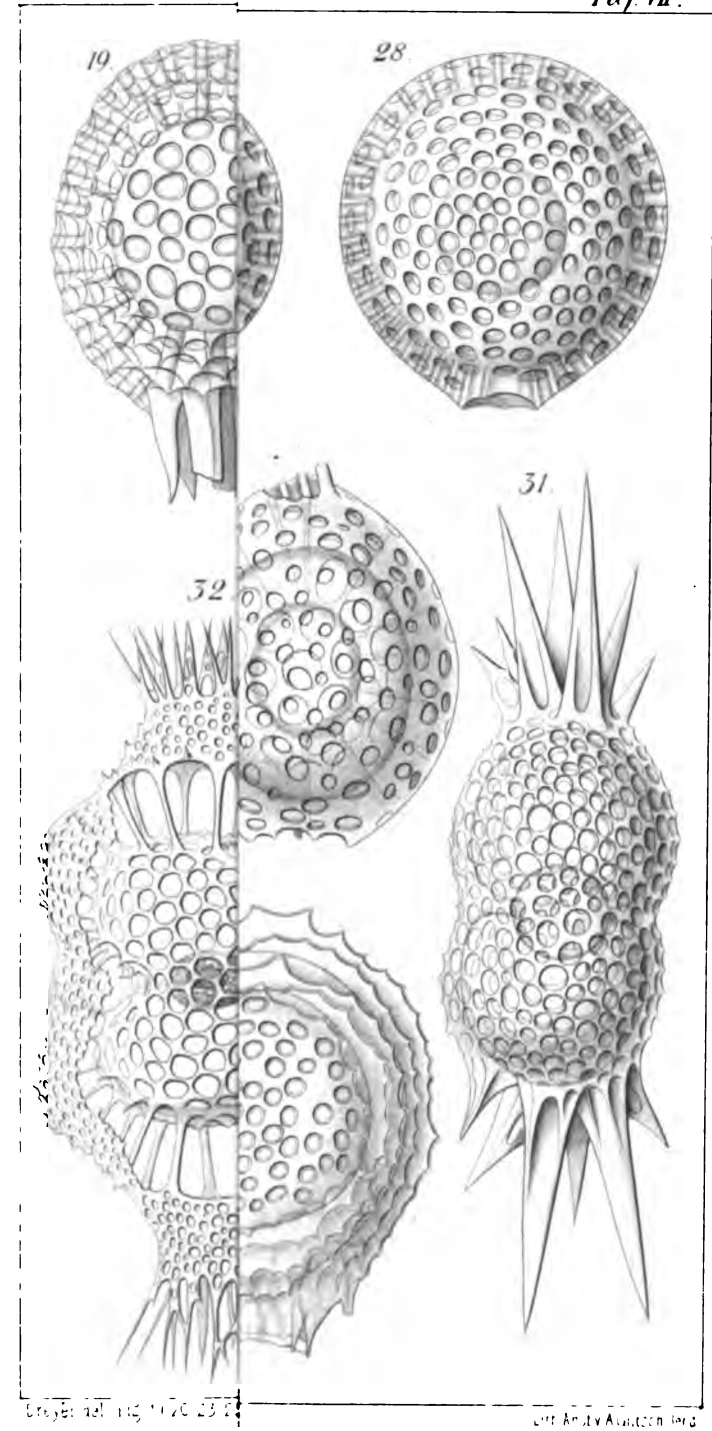

bg
ks
ntf
bgg
c
nt
fr
lm
c
rm
c
c
Fig. 13
(500)
Fig. 10 c
c
pgz
(500)
Fig. 12


1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
nr
ag
om
oe
osf
gcv
sf
co
m
md
h
sl
vlm
dlm
ss
sß
cl
mb
sp
l
dr
kf
u
ov
msp
bmd
pr

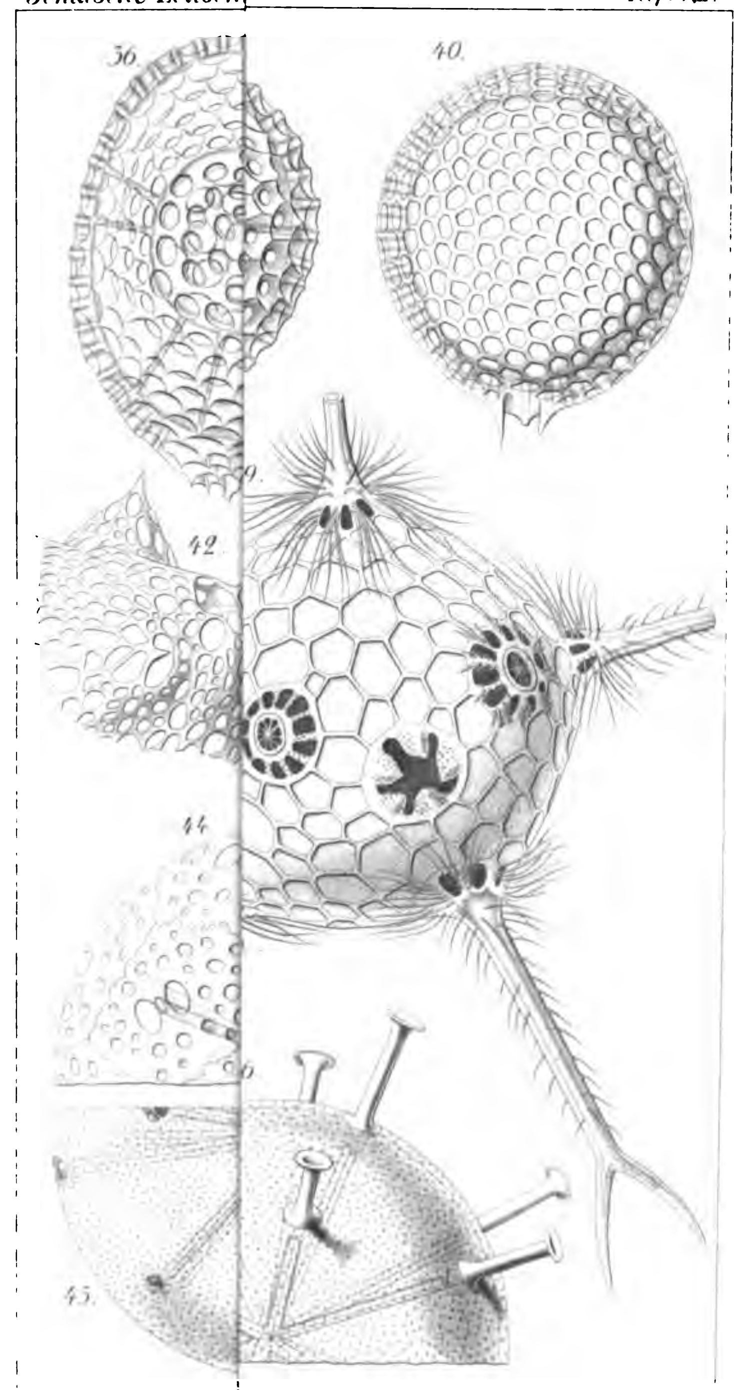


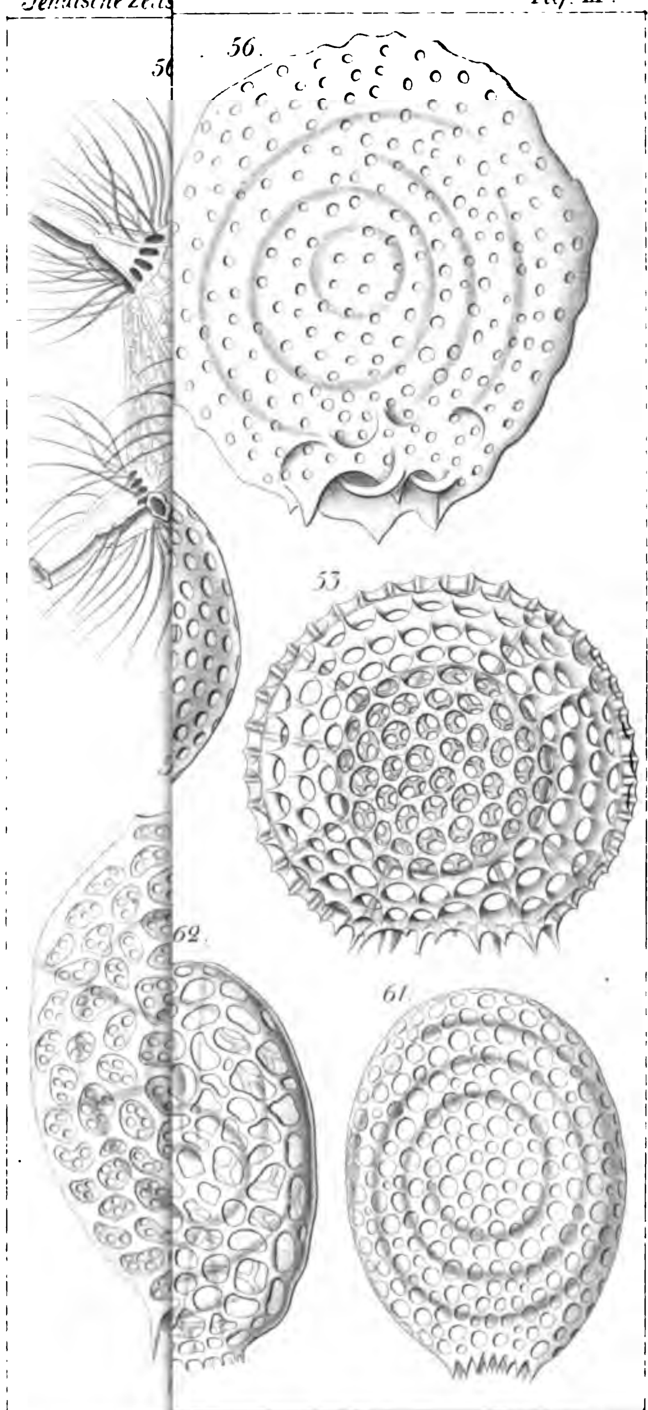

26.
28.
d
n
sp
ac
sd
27.
30.
29.
sf
a
d
k
ks
s
31.
sp
n
lb
lb
32.
uk
u
d
vg
rm
sf
v
a


9.
10.
11.
12.
14.



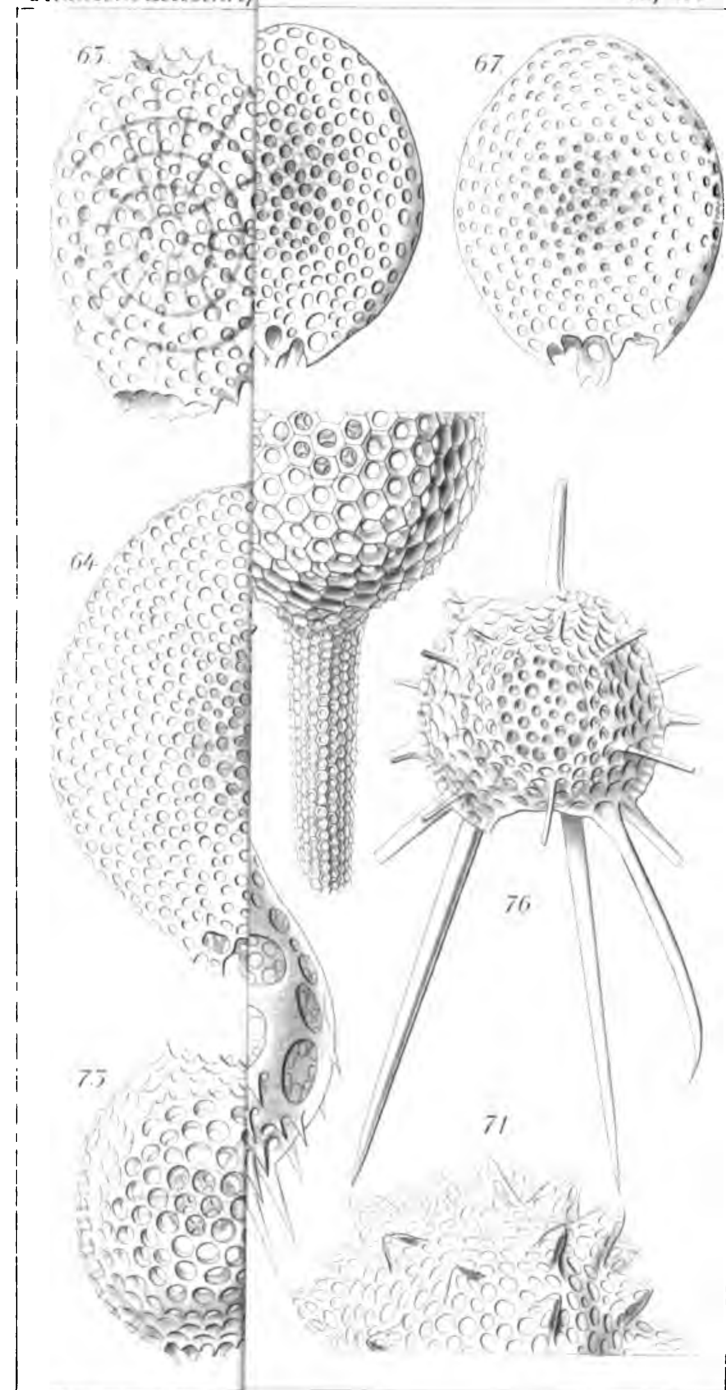
Lith Anst v A Giltsch Jena


36.
40.
42.
44.
45.

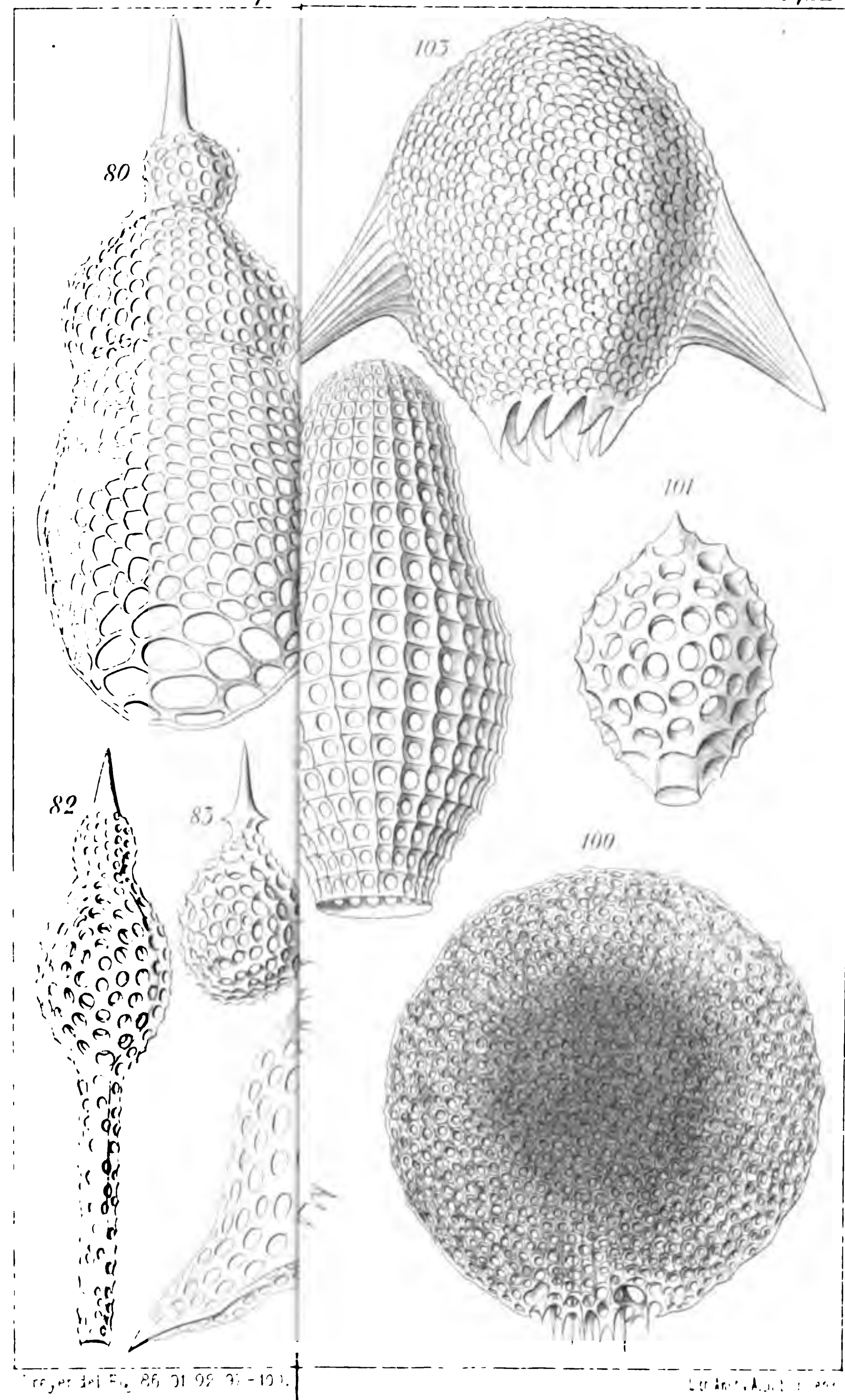


Brandt del. Fig. 52-

Lith Anst v.A. Giltsch, Jena



Dreyer del. Fig. 63–71, 73.   Lith. Anst. v. A. Giltsch, Jena.



del. Fig. 86 91 92

1.

Gp'

Gp.

4.

XIII

7.

1.

Nm

G

G

G

D

BLR

GR

3.

D

GRg

4.

nf^2

nf

nf^2

Gz

5.

N

7.

Nm.i.l.

10.

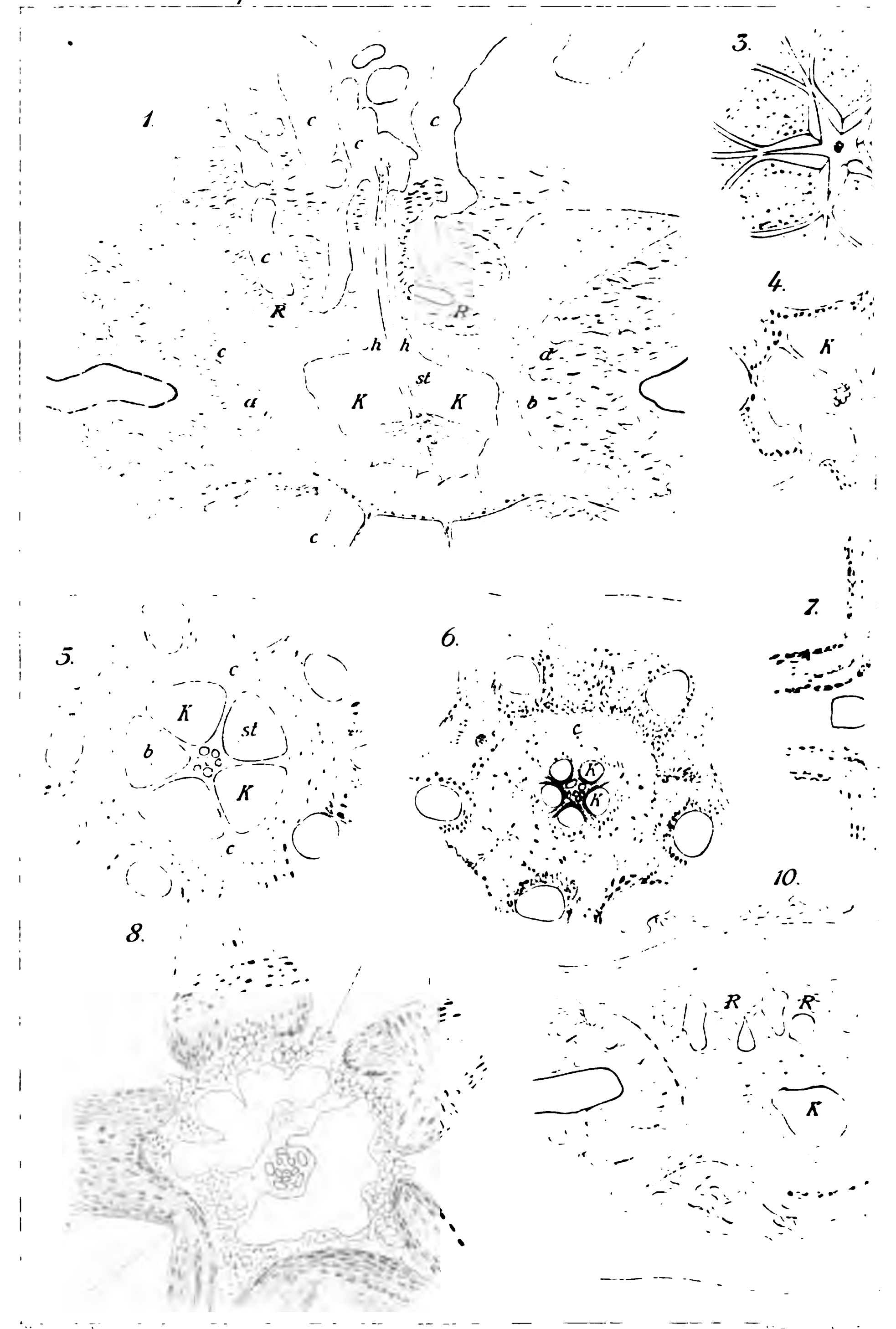
bl

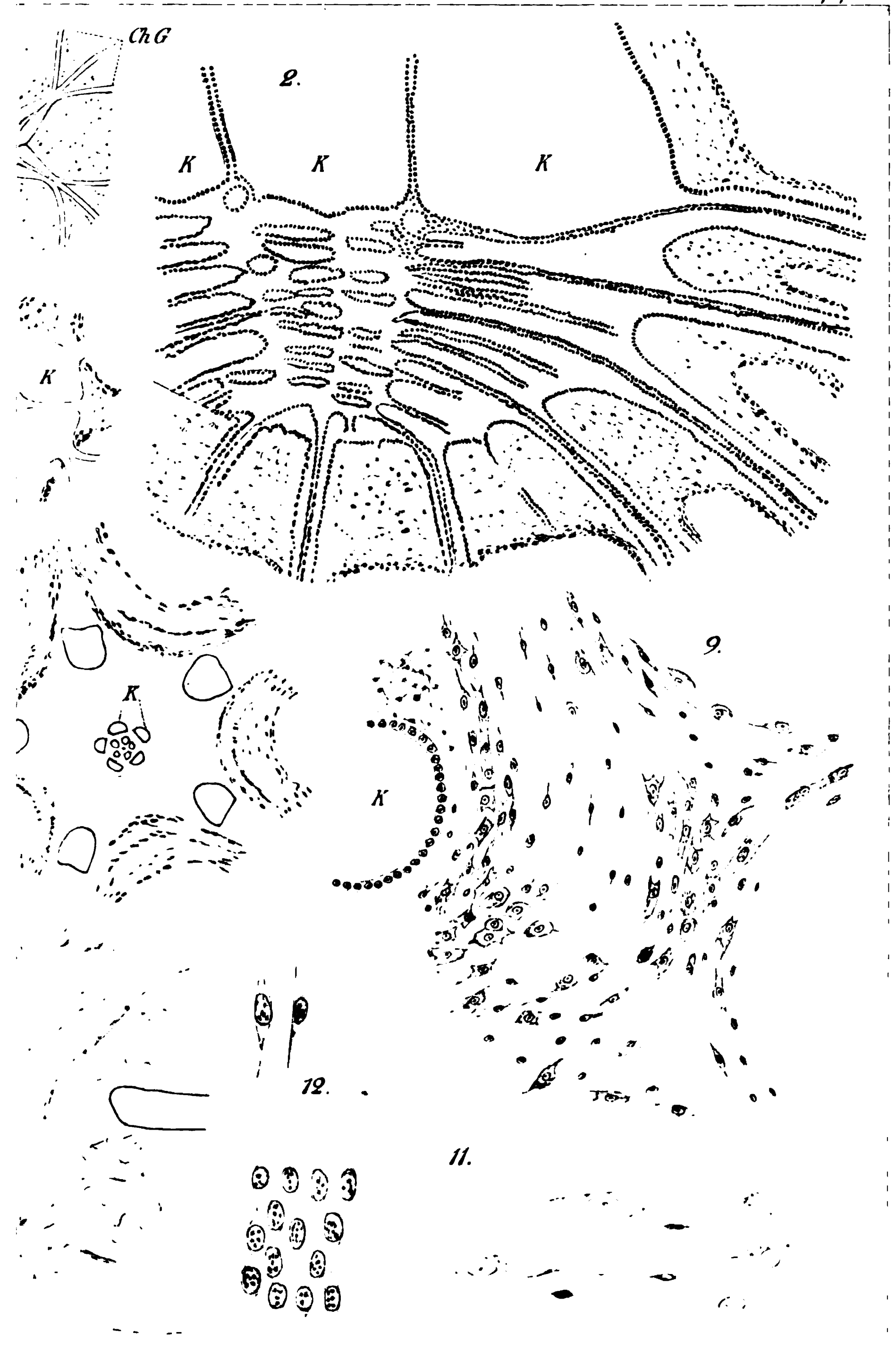
gz^2

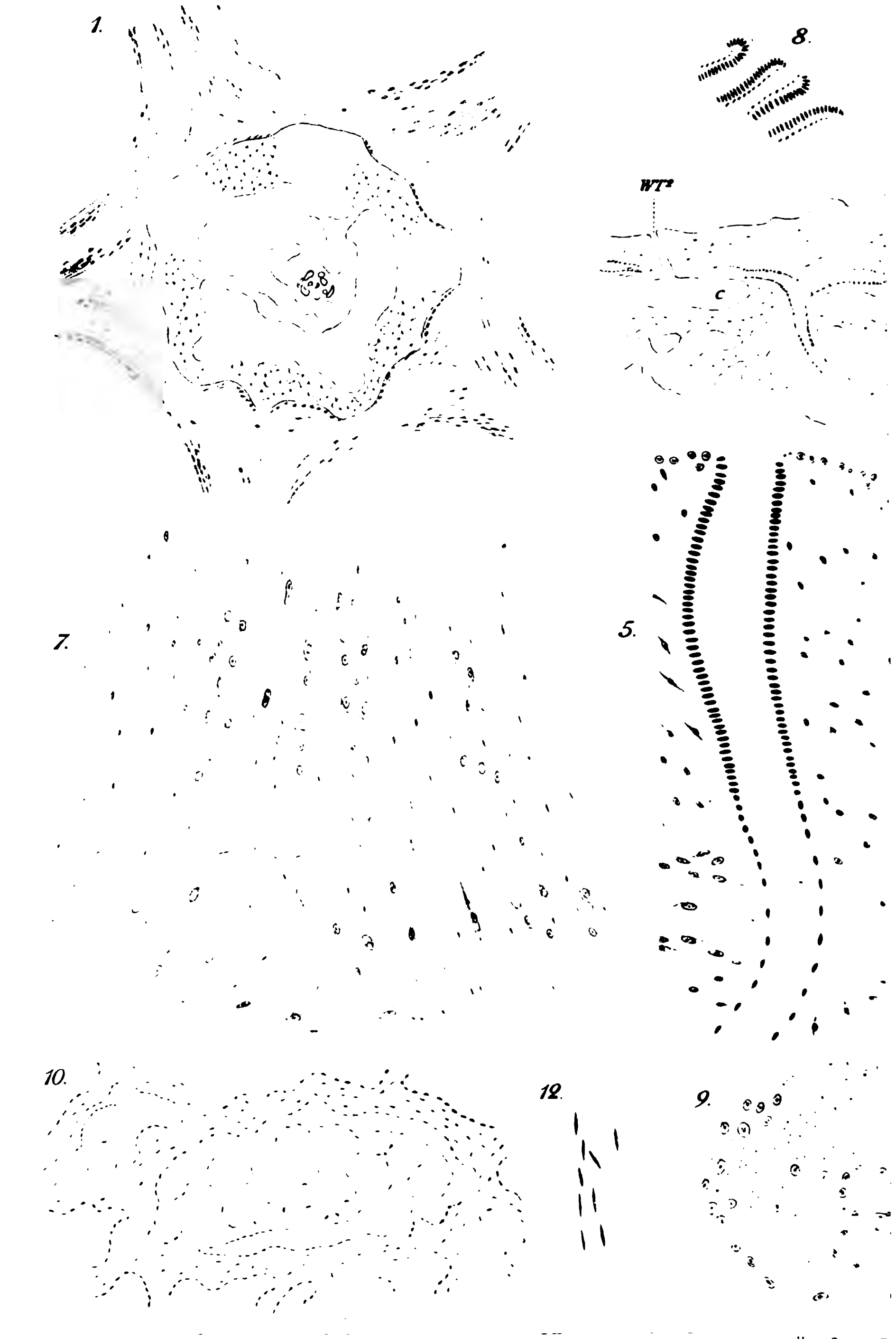
nf'

1. 4. 17. 5. 13. 14.

g² g¹ g ep Cutis Mic P p rm lm


1.
c
c
c
c
R
R
h h
c
st
d
a
K
K
b
c
3.
4.
K
5.
c
K
st
b
K
c
6.
c
K
K
7.
10.
8.
R
R
K


Ch G
2.
K
K
K
K
K
K
9.
12.
11.



Hamann del.

Verl. v. Gustav Fi

2.

T

WT'

NR

WG

WGR

Schl

c

3.

6.

nf

bg

13.

N

11.

4.

nf

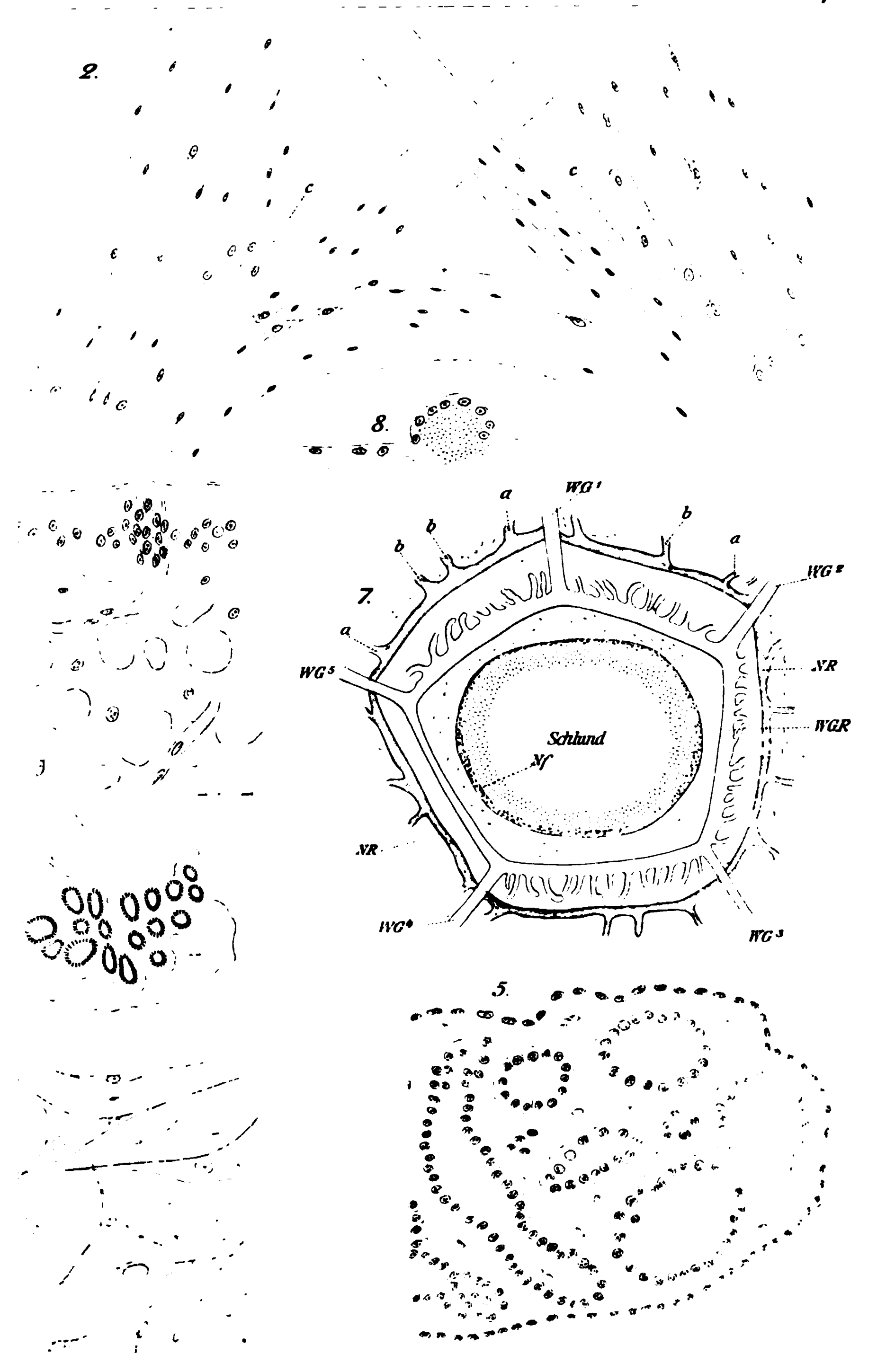
c

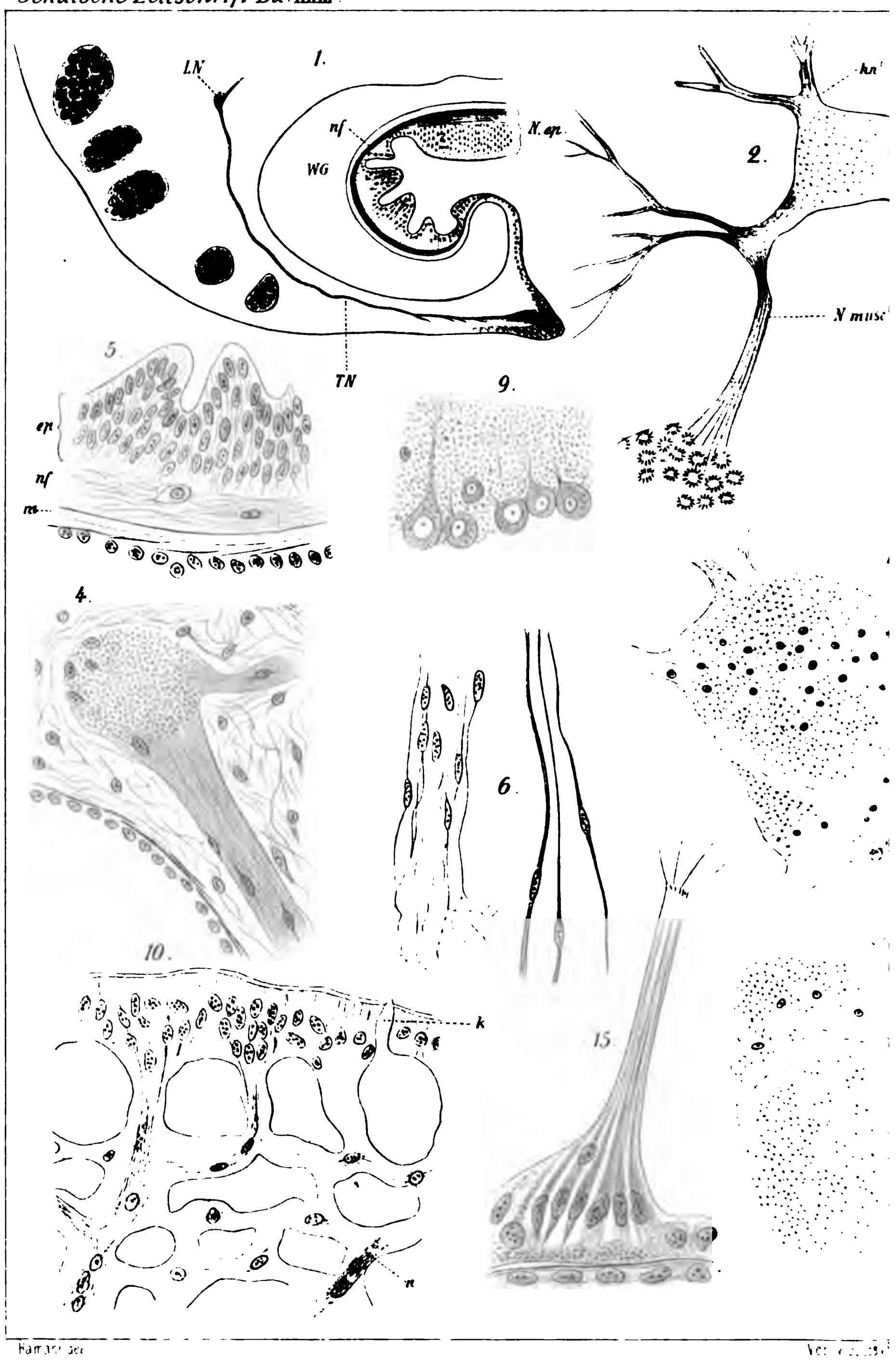
c

...cher i. Jena.

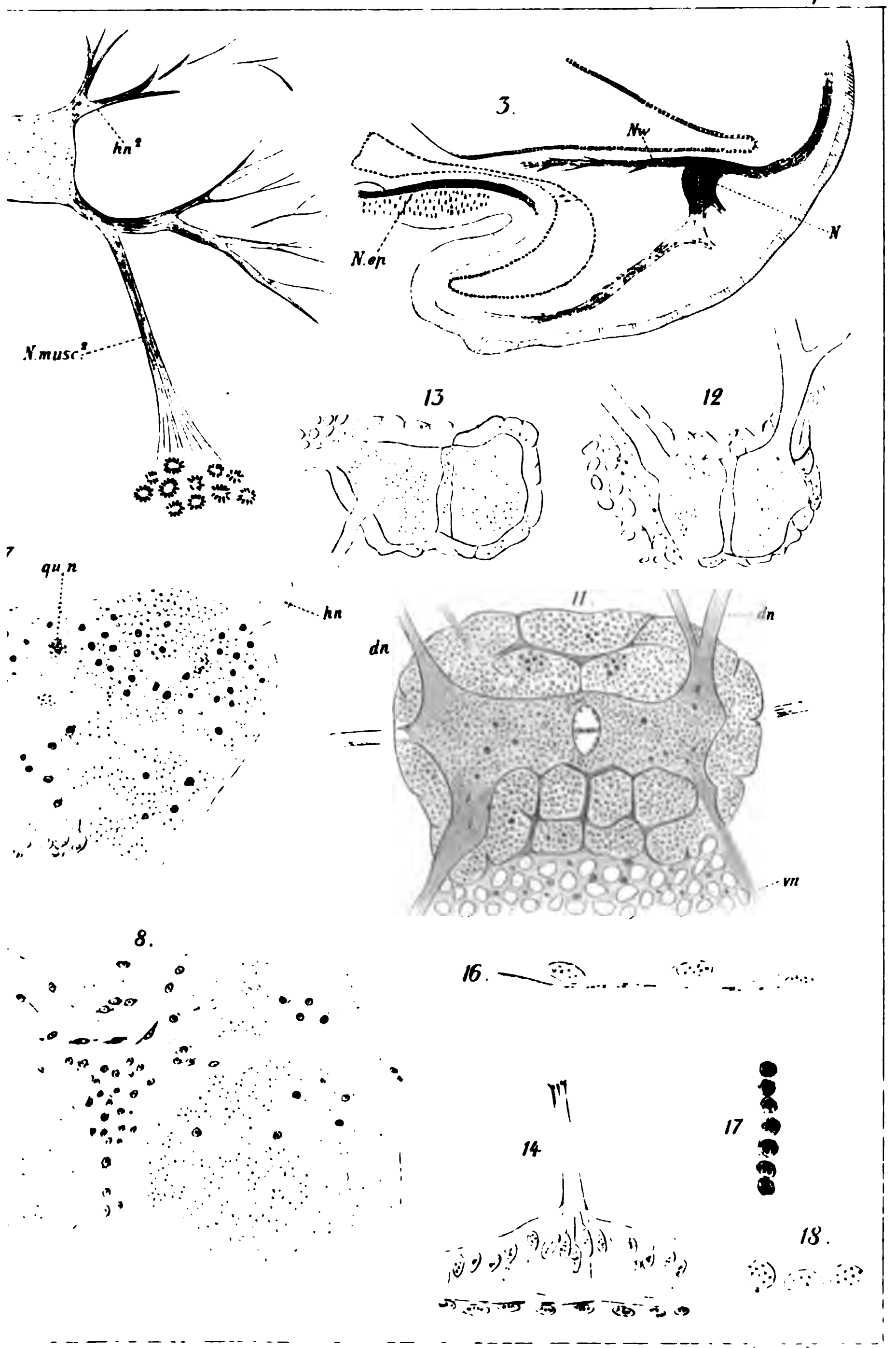
Lith Anst.v A Giltsch Jena


12.
K
K
K
C
G
1.
C'
C²
N.V.
R.W.
NL¹
NL²
WG
T
T
13.
K
K
3.
9.
11.
4
10.
Sch
ep
nf
bg
nf
WG
tm
6.


2.
c
c
8.
7.
a
WG¹
b
b
a
WG²
a
b
WG⁵
NR
WGR
Schlund
Nf
NR
WG⁴
WG³
5.



1.
LN
nf
WG
N. ep.
TN
2.
kn
N musc
5.
ep
nf
m
4.
9.
6.
10.
k
n
15.


3.
Nw
N
N.ep
hn?
N.musc?
13
12
7
qu.n
hn
11
dn
dn
vn
8.
16.
14
17
18.


1.
15.
S
C
8.
9.
mk
mk
C
P
P
11.
12.
GK
C¹+C²
14.
16.
17.
φ
bg
blf
7.
6.
a
b

13.

T

WG

2.

NP

C

VN

5.

qu

bg

C

GR

WG

C'

C²

VN

LN

Kn

LN

N

T

T

n

qu

N

4.

V

10.

d

blf

VN

LN

3.

WGR

BL

C'

M

C

G

C²

M

Pinnula längsd.

WG

Sch

H

NP

5.

1.

14.

19.

Int. D

GR

21. W

WGR

E

Sch

GR

W

E

22.

Sch

WGR

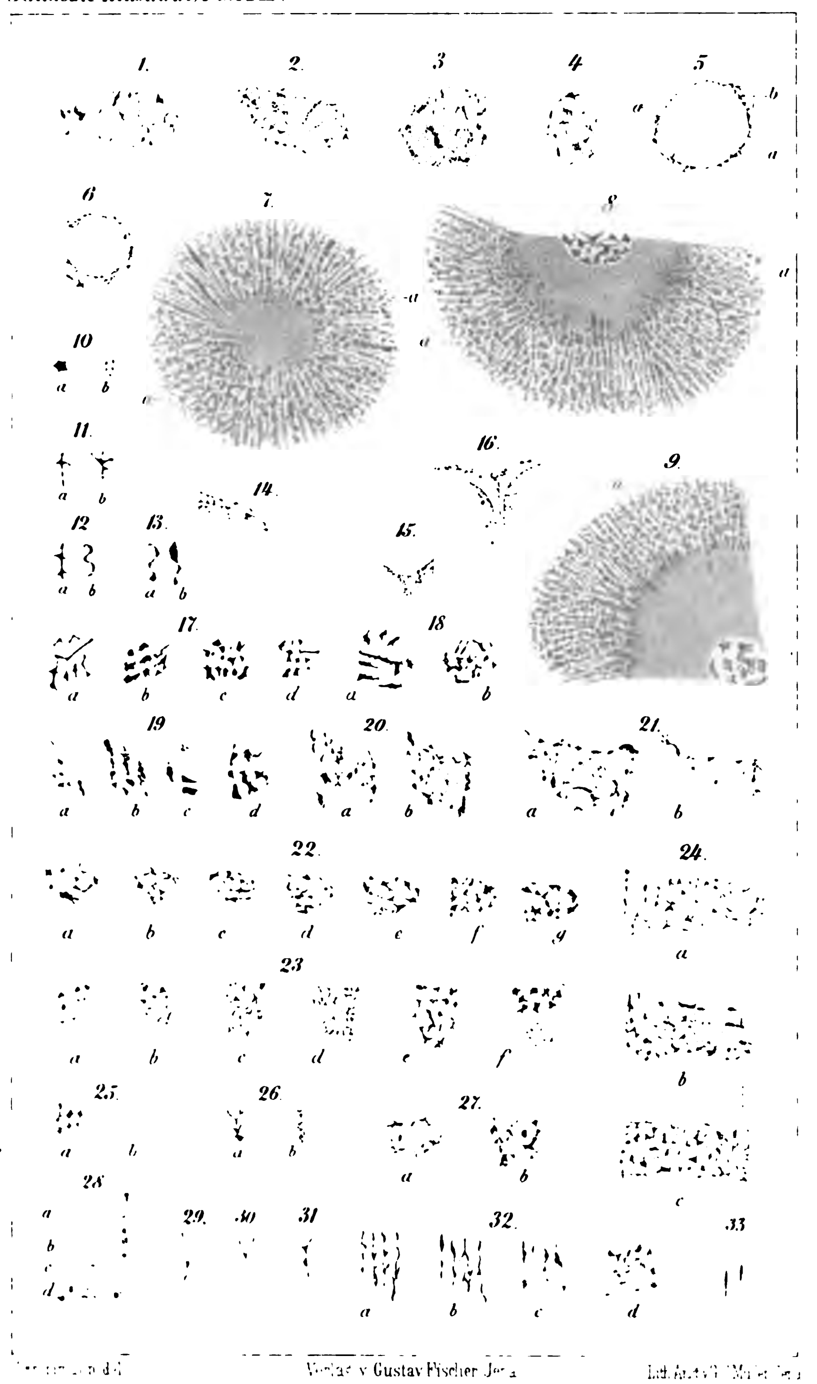
11.

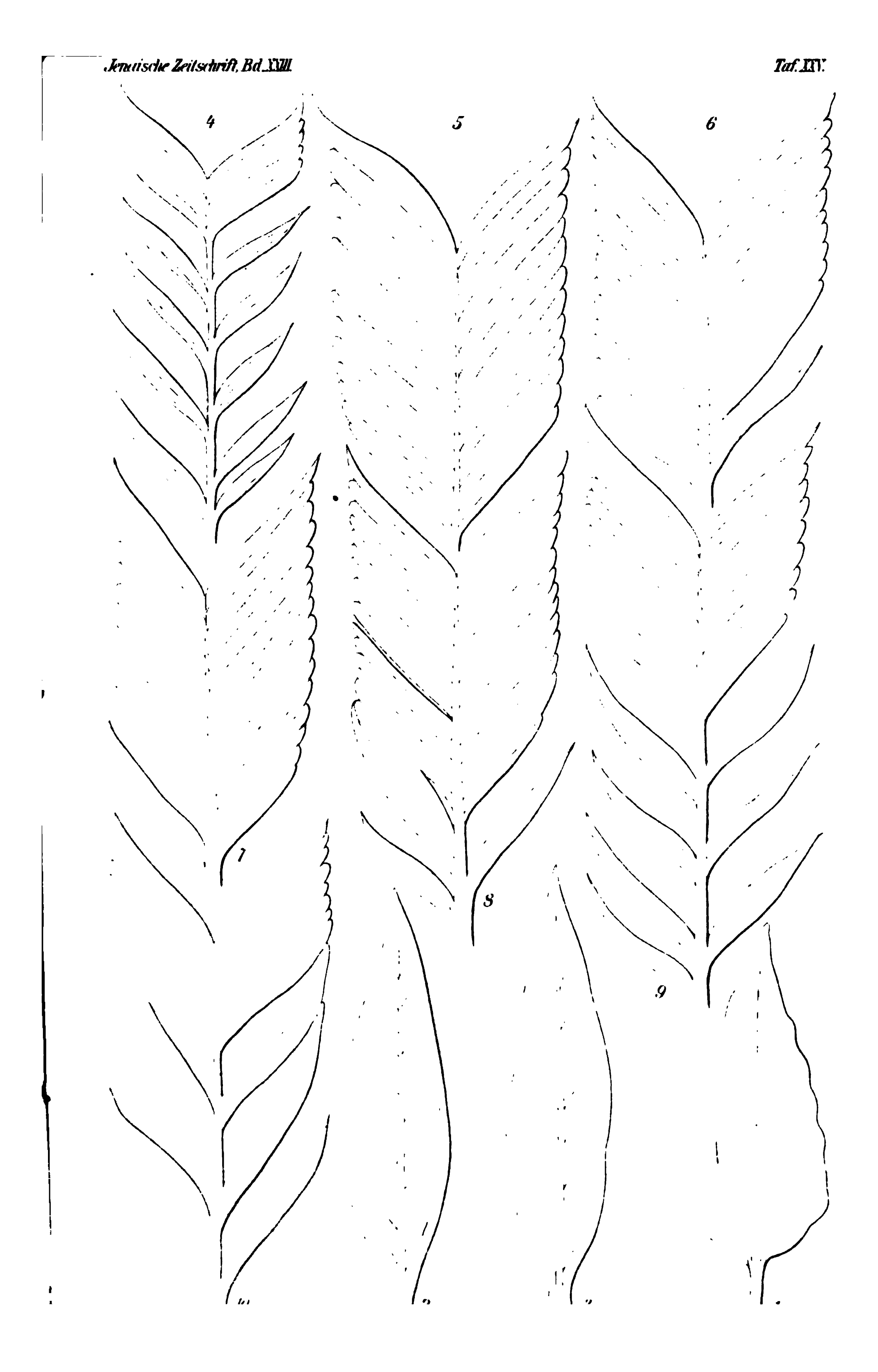
7.

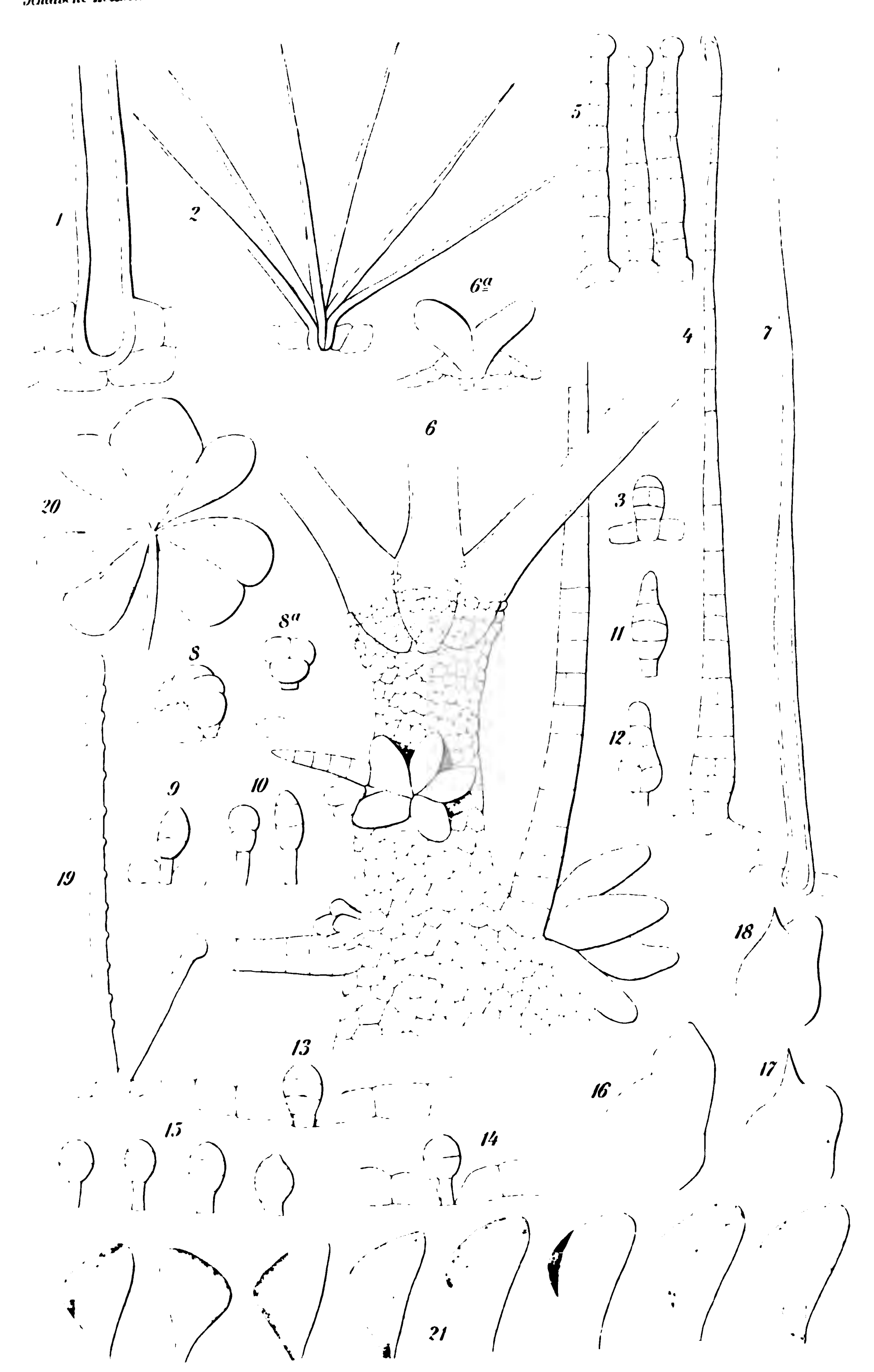
GR

Hamann del.

Lith. Anst. v. A. Giltsch: Jena


1.
2.
3
4
5
a
b
a
6
7.
8
a
a
a
a
10
a
b
11.
a
b
12
a
b
13.
a
b
14.
15.
16.
9.
a
17.
a
b
c
d
18
a
b
19
a
b
c
d
20.
a
b
21.
a
b
22.
a
b
c
d
e
f
g
24.
a
b
23
a
b
c
d
e
f
25.
a
b
26.
a
b
27.
a
b
c
28
a
b
c
d
29.
30
31
32.
a
b
c
d
33


4
5
6
7
8
9


1
2
5
6a
4
7
6
20
3
8a
8
11
12
9
10
19
18
13
16
17
15
14
21

1.

a

13.

1.

a

30.

b

20.

15. 32.

b

c

14. c

d

e

b

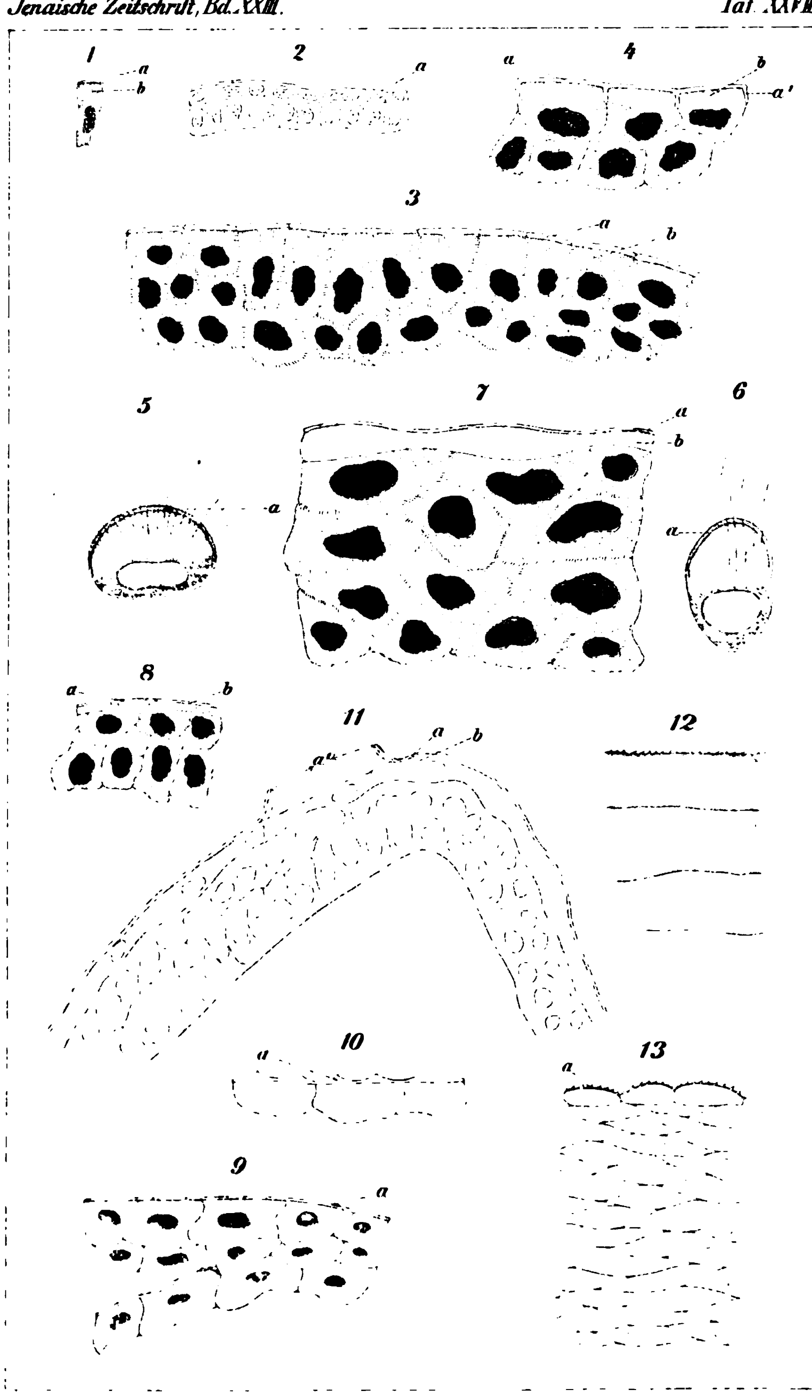
d

d

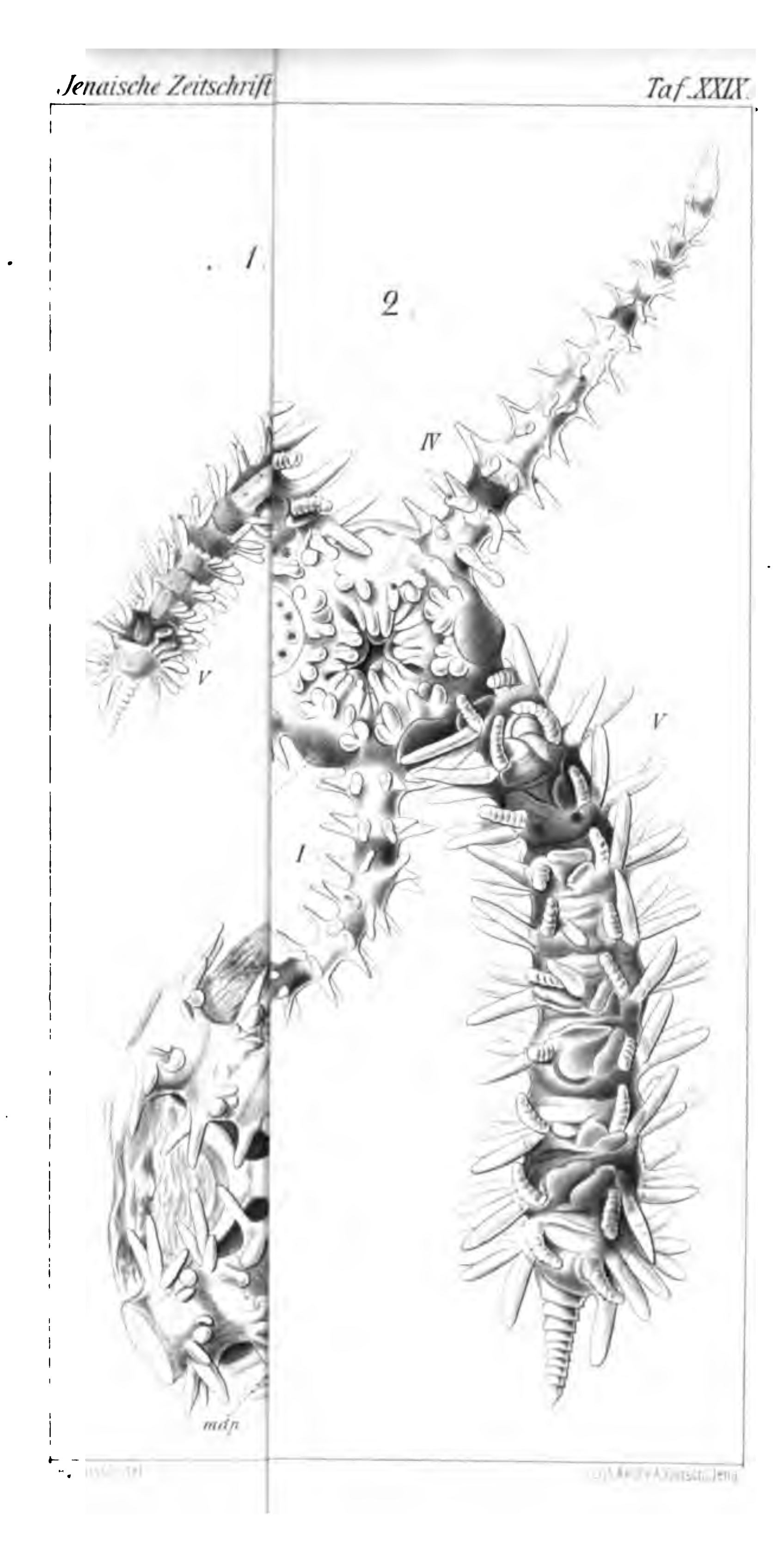
e

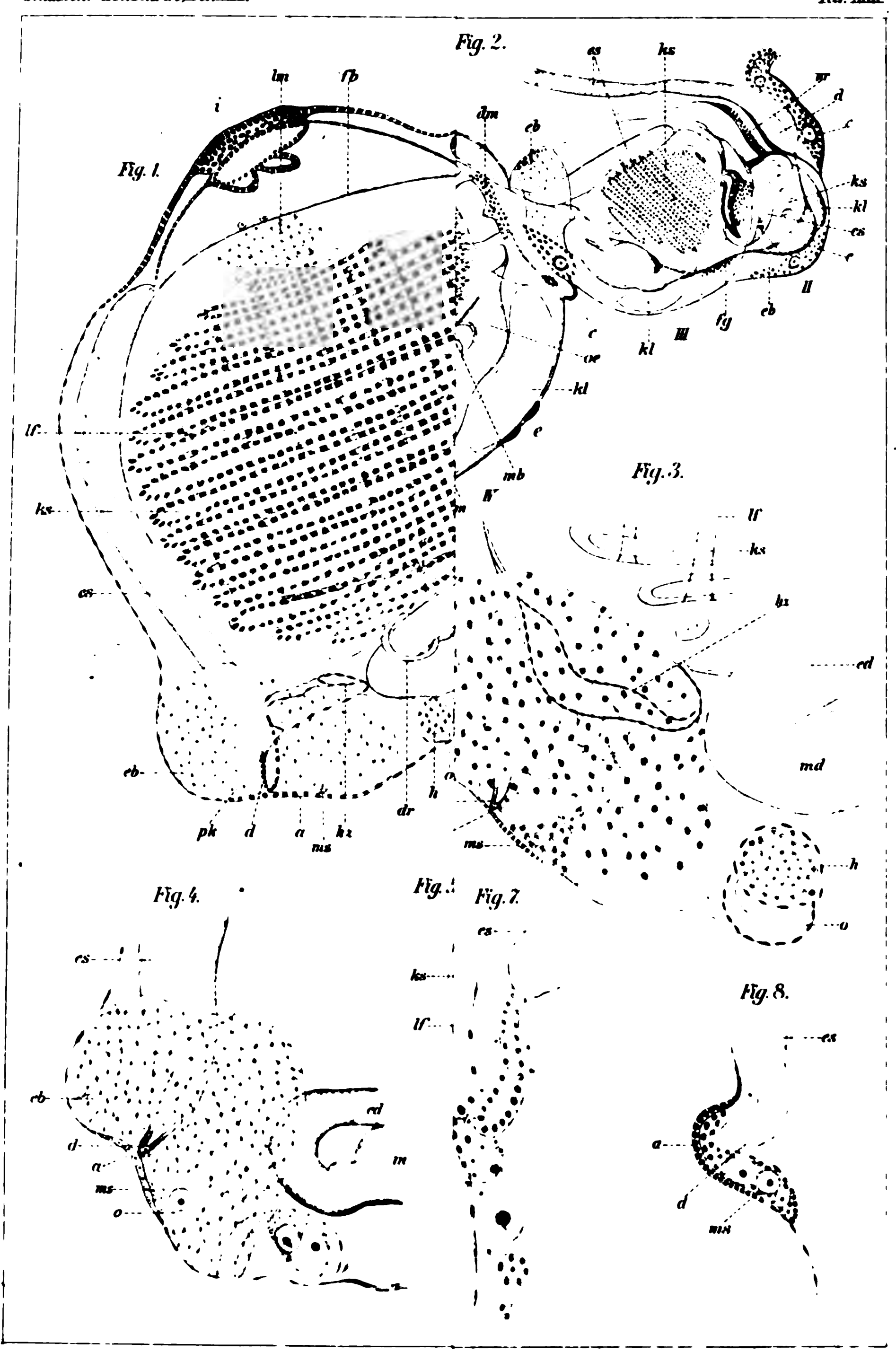
e

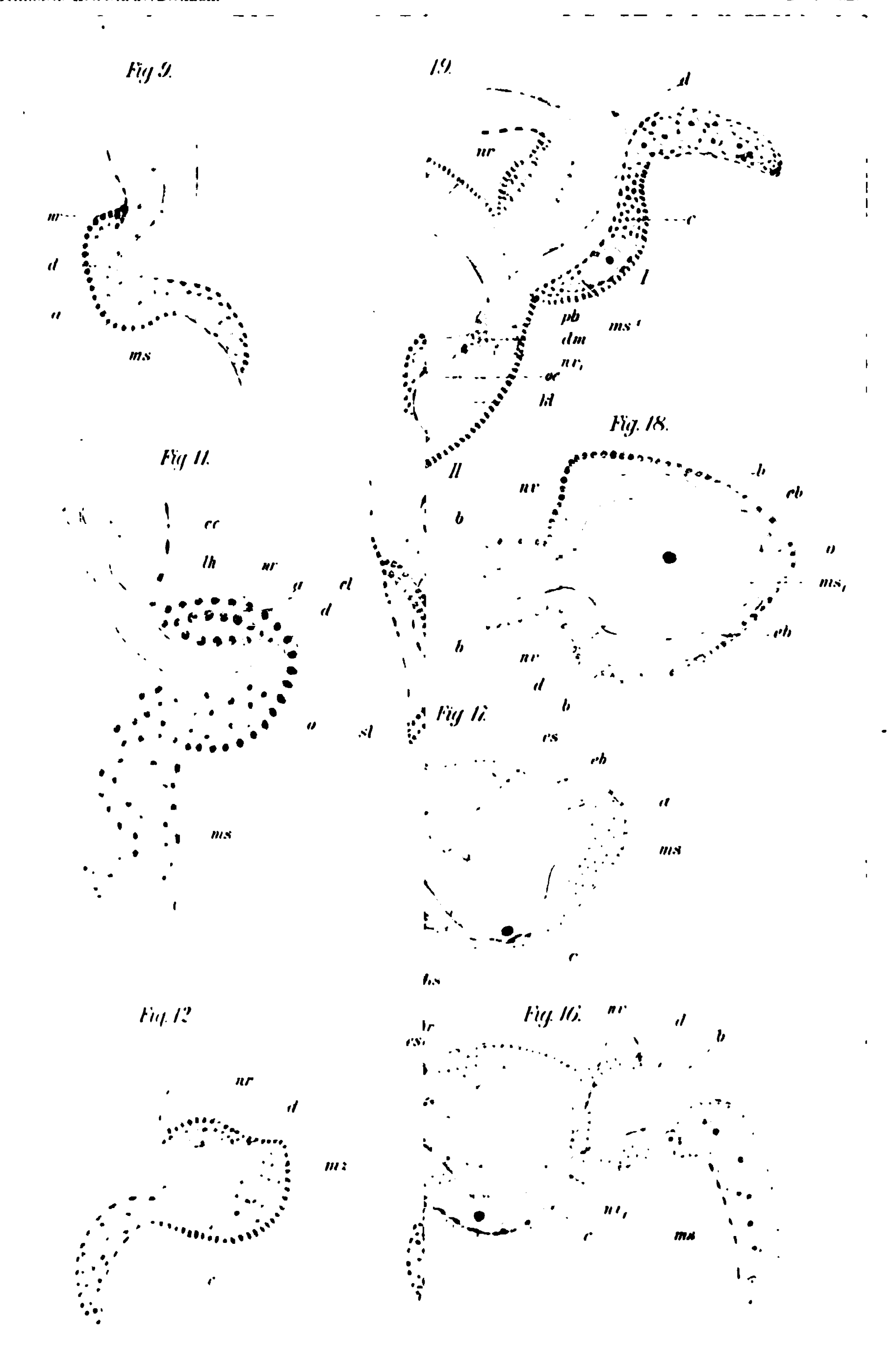
f

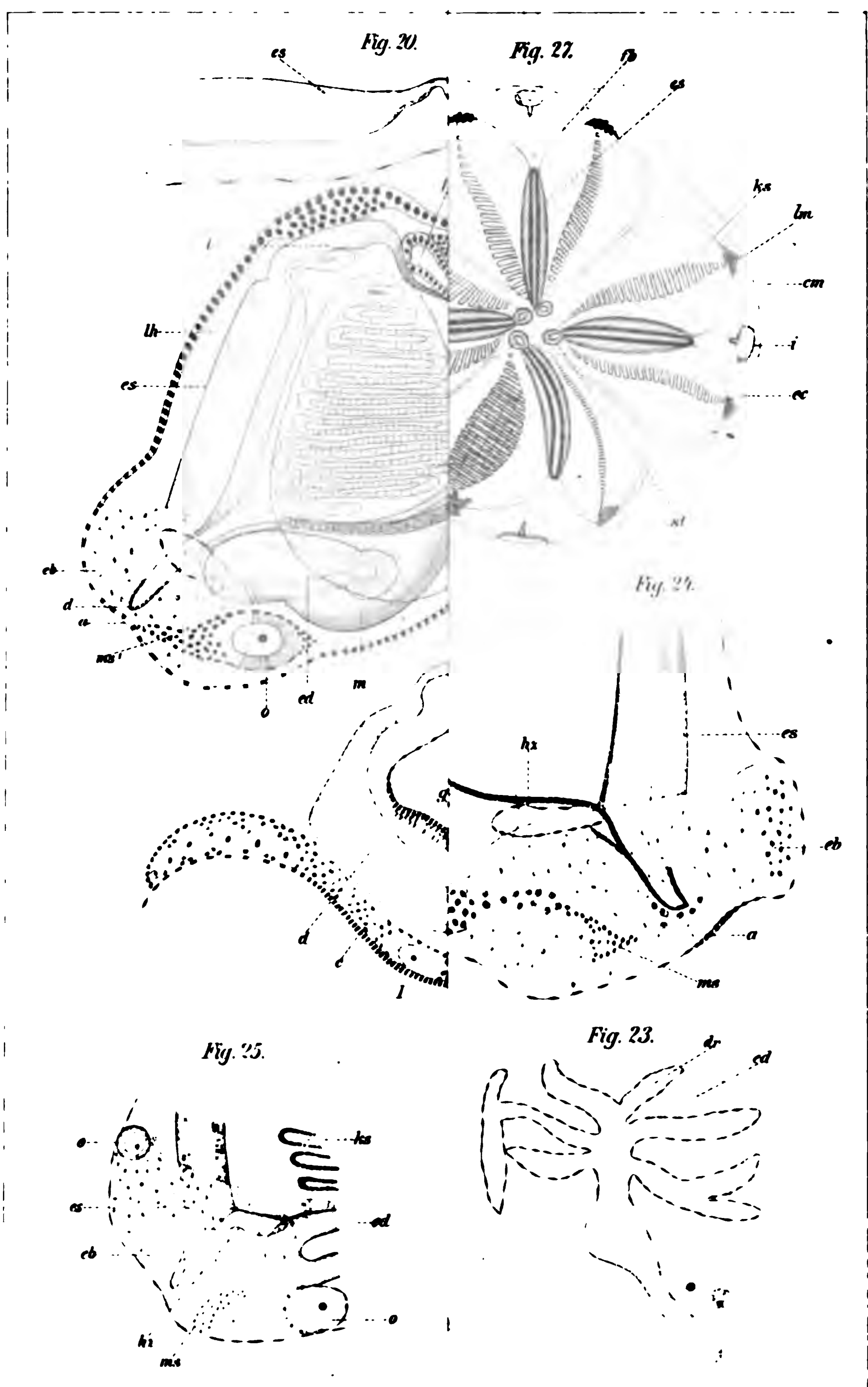


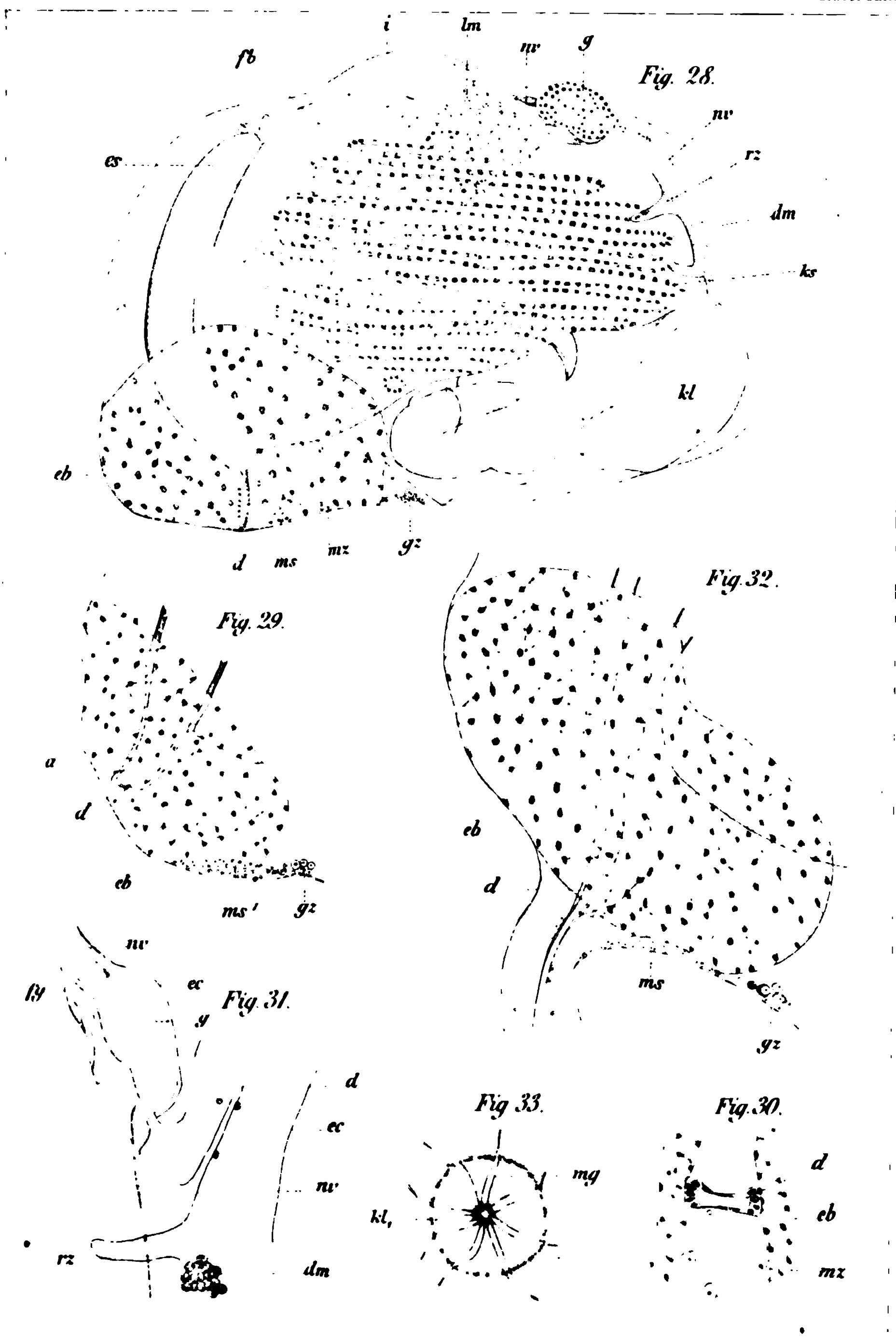
G W ... del. ... Gustav Fischer ... a ...


Jenaische Zeitschrift
Taf. XXIX.
1.
2.
IV
V
V
I
map

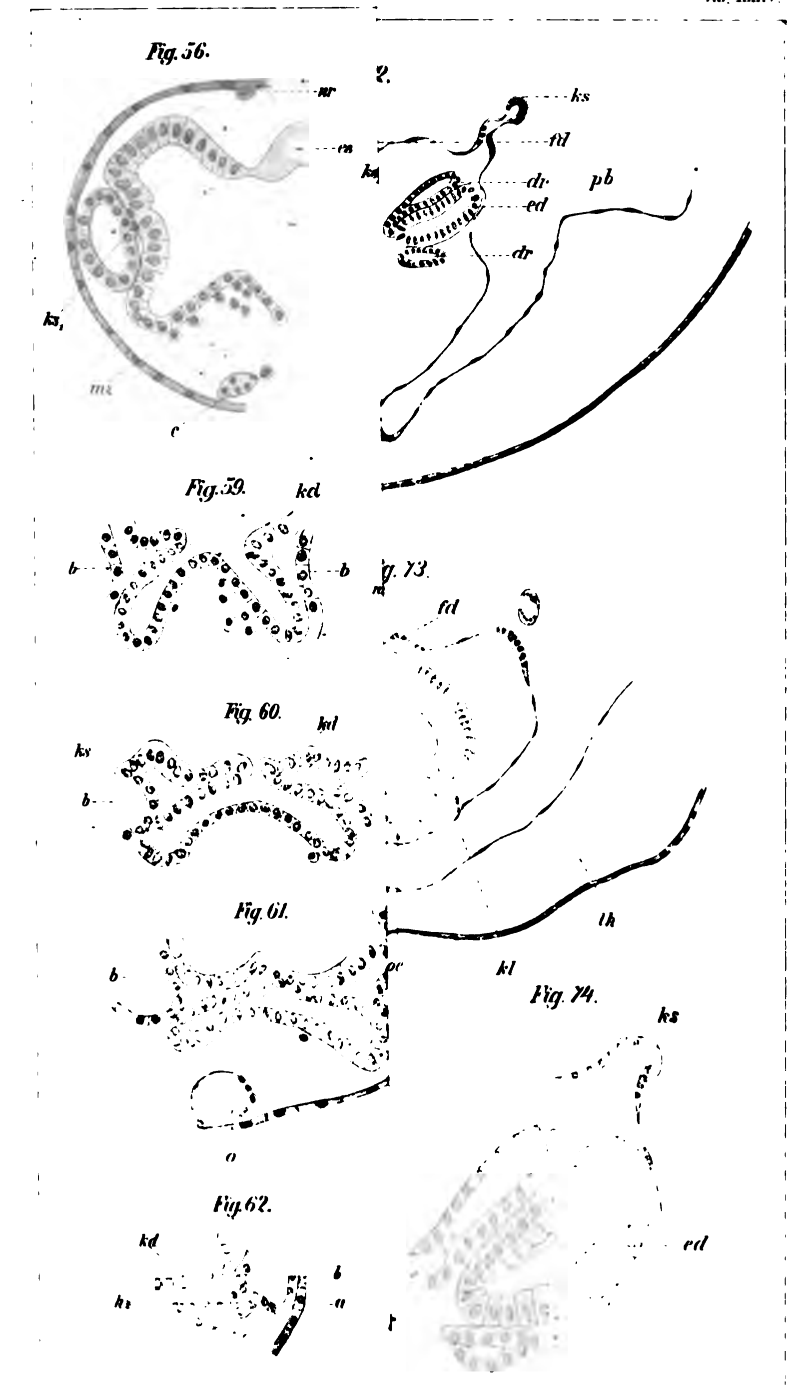

Fig. 1.
Fig. 2.
Fig. 3.
Fig. 4.
Fig. 7.
Fig. 8.
lm
fb
i
es
ks
dm
eb
kl
c
oe
e
mb
lf
II
III
fg
md
ed
h
o
pk
d
a
ms
dr
m

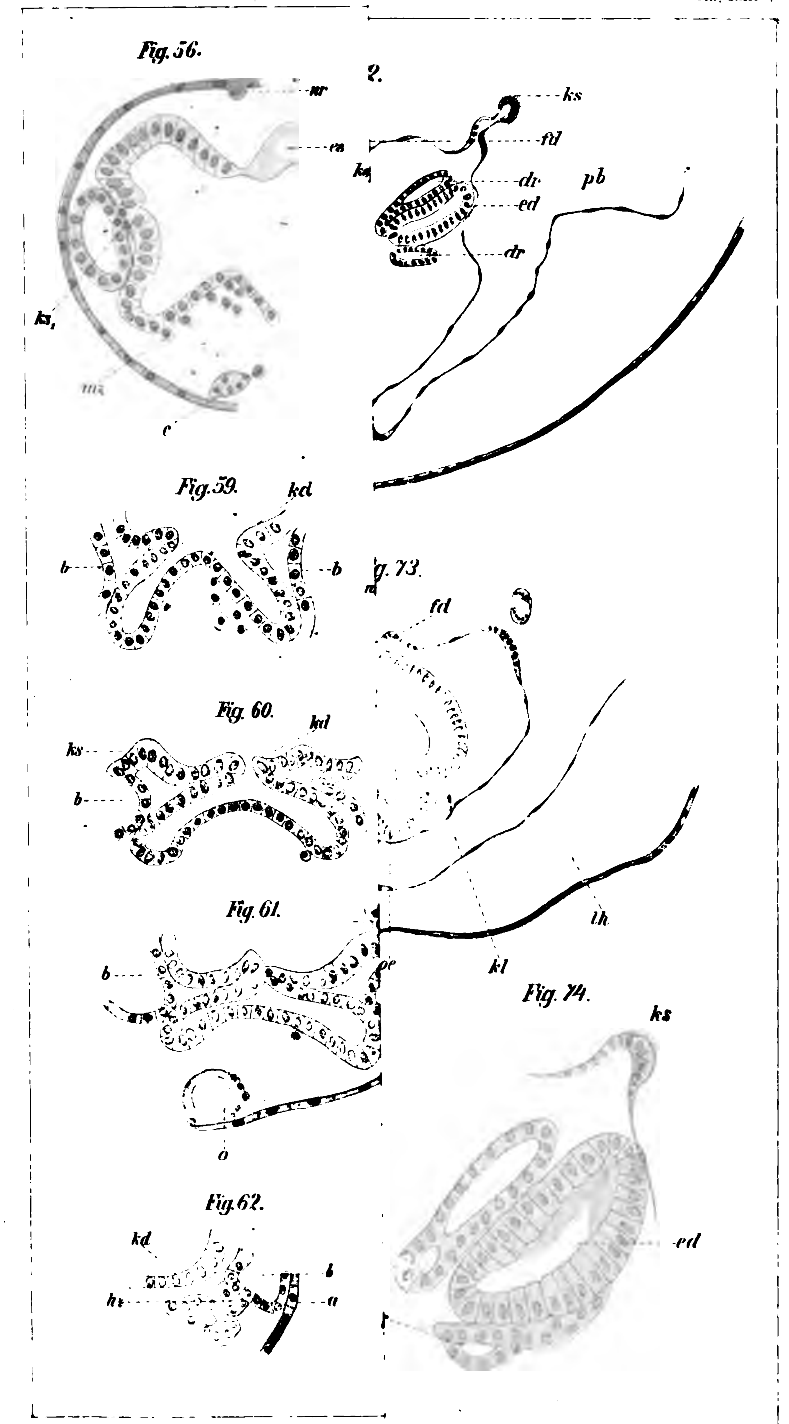

Fig. 9.
19.
Fig. 18.
Fig. 11.
Fig. 17.
Fig. 12.
Fig. 16.


Fig. 20.
es
lh
es
eb
d
a
ms
o
ed
m
Fig. 22.
fb
es
ks
lm
cm
i
ec
st
Fig. 24.
es
hz
eb
a
ms
g
d
c
l
Fig. 25.
o
ks
es
ed
eb
o
ki
ms
Fig. 23.
dr
ed



Seeliger del. Verlag v. Gustav Fischer in Jena Lith. Anst. v. G. Müller, Jena


Fig. 56.
nr
en
ks,
mz
e
ks
fd
dr
pb
ed
dr
Fig. 59.
kd
b
b
Fig. 60.
kd
ks
b
Fig. 61.
b
o
Fig. 62.
kd
ks
b
a
fd
lh
kl
Fig. 74.
ks
ed


Fig. 56.
nr
en
ks,
mz
c
ks
fd
dr
ed
pb
dr
Fig. 59.
kd
b
b
Fig. 60.
kd
ks
b
Fig. 61.
b
o
Fig. 62.
kd
hs
b
a
fd
th
kl
Fig. 74.
ks
ed

